



Ministero dell'Università e della Ricerca

DIREZIONE GENERALE DELLA RICERCA

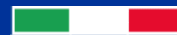
**Programma Nazionale Ricerca, Innovazione e Competitività
per la transizione verde e digitale 2021-2027**

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**

*IR0000026-NG-Croce
PIR01_00010-SRT_HighFreq
IR0000002-KM3NeT4RR
IR0000026-NG-Croce
PIR01_00010-SRT_HighFreq
IR0000002-KM3NeT4RR
IR0000012-CTA+
IR0000034-STILES
IR0000002-KM3NeT4RR
IR0000012-CTA+
IR0000034-STILES
IR0000026-NG-Croce
IR0000034-STILES
PIR01_00010-SRT_HighFreq
IR0000012-CTA+
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

682ecdaea3608343fd5e84ba

➤ 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 NGVA, ATLAS 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**

Alberto Paolo

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

Pelizzoni

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

PLLLRT71R27F205U

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

alberto.pelizzoni@inaf.it

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

+39 3665018322

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

CV_Pelizzoni_2025_europass_v1_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Scientifico OAC_Pelizzoni_signed_signed.pdf

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

Italiana

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

Maria 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.schirru@inaf.it

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

07071180207

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

CV 31 12 2023 SCHIRRU MRS_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Amministrativo OAC_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**

682ecdaea3608343fd5e84ba

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

Stazione Di Noto

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

Ira-Noto

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

La Stazione Radioastronomica Di Noto, Situata In Provincia Di Siracusa, è Un Centro Di Eccellenza, Riconosciuto A Livello Internazionale, Per La Ricerca Scientifica, Lo Sviluppo Tecnologico E L'Osservazione Radioastronomica. Gestita Dall'Istituto Di Radioastronomia (Ira), Parte Dell'Istituto Nazionale Di Astrofisica (Inaf), La Stazione Ha Il Suo Cuore In Un'Antenna Parabolica Di 32 Metri Di Diametro, Inaugurata Nel 1988. Questo Strumento, Completamente Orientabile, è Capace Di Operare In Un Ampio

Spettro Di Frequenze, Da 300 Mhz A 116 Ghz. Il Radiotelescopio Di Noto è Una Componente Cruciale Della Rete Vlbi (Very Long Baseline Interferometry), Infatti Partecipa Attivamente A Progetti In Rete Interferometrica, Come L'European Vlbi Network (Evn), Che Fa Capo Al Jive-Eric (Una Delle Colonne Dell'Esfri E Della Scienza Europea), E L'Ivs (International Vlbi Service), Che Coordina A Livello Internazionale Le Attività Di Geodesia. Le Tecniche Interferometriche Consentono Di Osservare Radiosorgenti Come Galassie E Quasar Con Elevata Risoluzione Spaziale E Alta Sensibilità, Portando A Importanti Risultati, Sia In Astrofisica, Che In Geofisica. La Stazione Di Noto è Stata Pioniera Nello Studio E Nella Realizzazione Del Sistema Dbbc (Digital Base Band Converter): Un Innovativo Backend Digitale, Frutto Di Un Progetto Italiano, Che Ha Generato Un Brevetto Inaf E Uno Spin-Off Di Successo. Questo Sistema, Realizzato Anche Grazie A Una Collaborazione Italia-Cina, Ha Permessso Un Significativo Incremento Delle Performance Dei Network Vlbi. Recenti Finanziamenti, Derivanti Dal Pon Ricerca E Innovazione 2020-24 E Dal Pnrr, Hanno Permessso Un Notevole Potenziamento Dell'Infrastruttura. Già Nel 2002, Lo Specchio Principale Dell'Antenna Era Stato Dotato Di Pannelli In Alluminio A Bassissimo Rumore Di Superficie E Di Un Sistema Di Attuazione (Superficie Attiva) Per Correggere Le Deformazioni Gravitazionali, Consentendo Il Funzionamento Del Telescopio Fino Ai Teorici 116 Ghz. Questa Caratteristica, Unita Ai Recenti Sviluppi Tecnologici Del Progetto Pon (Con L'Acquisizione Di Un Ricevitore A Tre Bande Simultanee: K-, Q- E W-), Ha Incrementato Le Bande Osservate E La Sensibilità, Aumentando Drasticamente Le Potenzialità Osservative Nell'Ambito Del Multi-Messaggero, Dei Transienti Astrofisici E Della Fisica Solare. I Fondi Pnrr, Grazie Al Progetto Ng-Croce, Hanno Permessso L'Installazione Di Un Nuovo Ricevitore In Banda P, Che Ha Rafforzato Le Capacità Nello Studio Dei Fenomeni Transienti E Nel Monitoraggio Degli Oggetti In Orbita Terrestre. La Stazione Beneficia Inoltre Di Un Collegamento Veloce In Fibra Ottica (10 Gbit/Sec) Alla Dorsale Garr. Questo Ha Reso Possibili Osservazioni E-Vlbi In Tempo Reale, Aumentando Flessibilità, Dinamicità, Qualità E Affidabilità Delle Osservazioni Interferometriche, E Ha Creato Nuove Opportunità Di Sviluppo Per La Stazione Sia In Campo Tecnologico Che Scientifico. Sempre Con Fondi Pnrr, Questo Link Sarà Potenziato A 100 Gbit/Sec.

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

Noto

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

SR

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

Sicilia

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

Italia

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

Via Contrada Renna Bassa

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

96017

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

0931824111

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

ammin@ira.inaf.it

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

inafirabo@pcert.postecert.it

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

No

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

Italiana

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

Gianfranco

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

Brunetti

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

Brngfr71m07a080g

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

gianfranco.brunetti@inaf.it

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

+390516399385

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

Italiana

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

Andrea

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

Orlati

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

RLTND74C11D704W

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

andrea.orlati@inaf.it

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

+39 3470386329

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

CV-EUROPASS-EN-Orlati_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Scientifico IRA_Noto_ORLATI-signed_signed.pdf

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

Italiana

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

Rebecca

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

Minghetti

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

MNGRCC85T66E253U

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

rebecca.minghetti@inaf.it

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

348 0412192

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

CV Minghetti_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente amministrativa IRA_Med e Noto_MINGHETTI-signed_signed.pdf

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

La Stazione Radioastronomica di Noto non è solo un'infrastruttura di rilevanza internazionale per la radioastronomia, ma è anche un centro di competenze specialistiche che ne garantiscono il funzionamento e il continuo sviluppo. Il suo personale, composto da dodici dipendenti, vanta un ampio spettro di expertise, con una netta prevalenza di profili tecnici (sette CTER e due tecnologi), affiancati da due funzionari amministrativi e un ricercatore. Le competenze tecniche spaziano dalla meccanica di precisione all'elettrotecnica, dall'impiantistica all'elettronica digitale, settore quest'ultimo che riveste un'importanza cruciale. È proprio a Noto, infatti, che è stato avviato e sviluppato l'innovativo progetto del DBBC (Digital Base Band Converter). Questo backend digitale, essenziale per le applicazioni di interferometria, è oggi lo standard di acquisizione per tutte le stazioni della rete VLBI europea (EVN). Il team è inoltre altamente qualificato nella gestione della tecnologia criogenica, fondamentale per il raffreddamento dei ricevitori, e nella complessa gestione dei ricevitori a microonde. Le loro competenze si estendono anche alle tecnologie a radiofrequenza, all'impiantistica industriale, ai servo sistemi e allo sviluppo di software. Questa vasta conoscenza viene applicata quotidianamente, non solo per la gestione e la manutenzione del radiotelescopio, ma anche per il suo costante sviluppo. L'INAF-IRA, a cui Noto fa capo, ha maturato una solida esperienza nel coinvolgimento e nella gestione di grandi infrastrutture di ricerca e di importanti progetti. Questo ha notevolmente potenziato le competenze gestionali e amministrative interne, grazie ad uffici dedicati alle risorse umane, al procurement, alla parte tecnica e alla gestione dei progetti esterni, permettendo così

all'Istituto di garantire un flusso operativo ottimale, un elemento essenziale per la complessità delle attività scientifiche e tecnologiche che vi si svolgono.

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

In quanto stazione operativa dell'Istituto di Radioastronomia (IRA), la Stazione di Noto ne eredita la missione principale: la ricerca nel campo della radioastronomia e l'innovazione tecnologica. La stazione gestisce e sviluppa l'Antenna Parabolica di 32 metri di diametro. Questa attività, portata avanti quotidianamente, ha generato un circolo virtuoso con il territorio, producendo anche significative ricadute industriali. La Stazione di Noto ospita laboratori avanzati, dove il personale lavora in sinergia con la stazione gemella di Medicina. Qui si trova strumentazione di ultima generazione, indispensabile per la manutenzione e lo sviluppo della strumentazione tecnico-scientifica. Nello specifico, la stazione dispone di: Laboratori per lo sviluppo di ricevitori a radiofrequenze; laboratori di meccanica, mecatronica e impiantistica; laboratori per maser e tecnologie tempo-frequenza. Presso la Stazione di Noto ci si occupa anche della progettazione e dello sviluppo di software per l'operatività dei radiotelescopi.

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

La Stazione radioastronomica di Noto è parte delle collaborazioni tecnico-scientifiche che l'Istituto di Radioastronomia ha instaurato in campo nazionale ed internazionale. Esistono solide cooperazioni e sinergie con tutte le strutture di ricerca dell'INAF, che conducono attività legate alla radioastronomia (OAC, OA Catania e OA Arcetri). La Stazione di Noto è parte dell'EVN e collabora con le antenne dell'Est Asian VLBI Network (EAVN) per gli studi di radioastronomia ad alta risoluzione. Vengono, inoltre, svolte attività nell'ambito del VLBI geodetico per l'utilizzo delle antenne per la determinazione dei sistemi di riferimento, oltre che per studi di geodinamica, e degli studi nel campo della metrologia, che utilizzano collegamenti a fibra ottica coerente fra stazioni. In questi ambiti ci sono forti collaborazioni con istituzioni quali l'International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS), il CNR, INGV, INRiM.

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

n.d.

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

n.d.

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

682ecdaea3608343fd5e84ba

➤ **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; Euvs (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 Rilevo 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**

Paolo

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

Romano

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

RMNPLA74L13C351C

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

paolo.romano@inaf.it

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

+393471247883

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

ASTRASud_CV Referente Scientifico OACT_Romano_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Scientifico OACT_Romano_signed_signed.pdf

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

Italiana

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

Enrico

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

Marchese

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

MRCNRC87E25A841G

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

enrico.marchese@inaf.it

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

+393889350237

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

ASTRASud_CV Referente Amministrativo OACT_Marchese_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Amministrativo OACT_Marchese_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 assegnisti 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**

682ecdaea3608343fd5e84ba

➤ **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, New Athena, 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

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

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**

Giuseppina

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

Micela

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

GPPMCL59H66G273D

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

giuseppina.micela@inaf.it

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

091 233231

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

ASTRASud_CV Referente Scientifico OAPA_Micela_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Scientifico OAPA_Micela_signed_signed.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**

091 233303

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

ASTRASud_CV Referente Amministrativo OAPA_Salemi_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Amministrativo OAPA_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 fotoselettive 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 vibrometer 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

lambda1050+ di PerkinElmer 190-3300 nm con sfera integratrice Spettrometro IR a trasformata di Fourier spectrum3 di PerkinElmer 7800-400 cm-1 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 m2, ospita l'apertura della beamline XACT che alloggia i rivelatori X; una di 60 m2 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) (4×10^{-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 (10-7 mbar) in cui si possono simulare atmosfere ($P= 10^{-2}$ - 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**

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

682ecdaea3608343fd5e84ba

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

Stazione Di Medicina

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

Ira-Med

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

La Stazione Radioastronomica Di Medicina Nasce Negli Anni '60, In Collaborazione Con L'Università Alma Mater Studiorum Di Bologna, Con L'Obiettivo Di Costruire Infrastrutture Osservative Di Eccellenza Dedicate Alla Radioastronomia, Disciplina Fondamentale Nell'Ambito Dell'Astrofisica. Il Panorama Storico E Geopolitico Era Quello Della Guerra Fredda, Della Corsa Allo Spazio, Da Parte Delle Grandi Potenze, E Dei Grandi Visionari Che Hanno Fortemente Creduto Nella Spinta Verso Il Progresso Scientifico E Tecnologico Del Ventesimo Secolo. In Questo Scenario, Dall'Idea Di Marcello Ceccarelli Del 1959 E A Seguito Di Un Instancabile Lavoro, Vede La Luce Il Primo Radiotelescopio Italiano: Si Tratta Della Croce Del Nord, Uno Tra I Più Grandi Radiotelescopi Di Transito Del Mondo. La Sua Costruzione, Iniziata Nel 1960, Si È Conclusa Nel 1967. A Seguito Di Problemi Tecnici Alle Antenne Si È Reso Necessario Un Parziale Rifacimento Ed Ammodernamento Dello Strumento. Dal 1976 La Croce Ha Iniziato Una Nuova Fase Di Attività. La Croce Del Nord È Costruita Per Ricevere Le Onde Radio Centrate Alla Frequenza Di 408 Mhz, Corrispondente Ad Una Lunghezza D'Onda Di 73.5 Cm, Con Una Banda Di Circa 2.5 Mhz. Si Tratta Di Uno Strumento Di Transito, Regolabile Solo In Declinazione, Che Osserva Quindi Soltanto Gli Oggetti Celesti Che Culminano Sul Meridiano Celeste Del Luogo. Il Telescopio È Costituito Da Due Serie Di Antenne: Una Posta In Direzione Est-Ovest (E-W), L'Altra In Direzione Nord-Sud (N-S). Nei Primi Anni Di Funzionamento Dell'Infrastruttura Furono Prodotti Cataloghi Di Radiosorgenti Con Coordinate Celesti Accurate E Complete. Il B2, A Cui Ha Contribuito Anche La Croce Del Nord, È Stato Il Primo E Più Grande Catalogo, Contenente 9.923 Radiosorgenti. La Stazione Dispone Poi Di Una Antenna Parabolica Da 32 Metri, Inaugurata Nel 1983 E Che Porta Oggi Il Nome Di "Radiotelescopio G. Grueff". Un'Antenna Gemella Si Trova Anche Nella Stazione Radioastronomica Di Noto. La Parabola Da 32 Metri È Impiegata Sia Per "Osservazioni Interferometriche", Sia Ad "Antenna Singola": In Ambito Interferometrico L'Antenna Lavora In Contemporanea Con Le Altre Antenne Del Consorzio "Evn (European Very Long Baseline Interferometry Network)", Collocate In Diversi Paesi Europei, Allo Scopo Di Produrre Immagini Ad Altissima Risoluzione, Estremamente Utili Per Analisi Molto Dettagliate Delle Sorgenti Radio. Lo Strumento Può Ricevere Segnali Radio In Bande Comprese Tra 1.4 Ghz E 26.5 Ghz, Ed È Sfruttato Anche Per Progetti Ad Antenna Singola Quali La Spettrometria Di Sorgenti Maser-H₂O E Del Metanolo, La Variabilità Di Flusso Di Varie Sorgenti Compatte Extragalattiche, Osservazioni Polarimetriche Di Regioni Della Galassia, Lo Studio Di Comete, L'Indagine Di Sistemi Planetari Extrasolari. Questi Strumenti Sono Stati Progettati Per Condurre Ricerche In Ambito Astronomico E Geodetico, Collaborando Con Altri Radiotelescopi Per Formare Reti Di Osservazione Interferometriche Su Lunghissima Base (VLBI), Sia A Livello Europeo Che Mondiale. Queste Reti Funzionano In Sinergia, Registrando Simultaneamente Le Onde Radio Provenienti Da Un Corpo Celeste. L'Antenna Svolge Inoltre Progetti Di Ricerca Anche Come Strumento A Sé Stante. Gli Ambiti Di Indagine Sono Molto Variegati: Spaziano Dal Monitoraggio Dell'Attività Solare Allo Studio Dei Nuclei Galattici Attivi, Dall'Osservazione Delle Nubi D'Acqua Presenti Nella Nostra E In Altre Galassie Alla Detezione Dei Fast Radio Burst (FRB). Le Antenne Sono Inoltre Coinvolte In Importanti Progetti Di Monitoraggio Dei Detriti Spaziali. Negli Anni Si È Creata Una Forte Connessione Con Il Territorio, Sia Attraverso Collaborazioni Con Aziende E Altre Pmi (Es. Una Cooperativa Agricola Del Territorio, Per La Gestione Della Manutenzione Dello Spazio E Del Territorio Che Circondano La Struttura E Le Infrastrutture Di Ricerca), Sia Con La Popolazione, Grazie Alle Attività Organizzate Dal Centro Visite "M. Ceccarelli".

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

Medicina

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

BO

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

Emilia-Romagna

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

Italia

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

via Fiorentina, 3513

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

40059

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

0516965811

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

ammin@ira.inaf.it

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

inafirabo@pcert.postecert.it

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

No

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

Italiana

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

Gianfranco

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

Brunetti

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

Brngfr71m07a080g

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

gianfranco.brunetti@inaf.it

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

0516399385

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

Italiana

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

Germano

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

Bianchi

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

BNCGMN71P27E289D

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

germano.bianchi@inaf.it

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

0516965827

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

ASTRASud_CV Coordinatore Scientifico_Bianchi_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Scientifico IRA-Med_Bianchi_signed_signed.pdf

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

Italiana

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

Rebecca

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

Minghetti

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

MNGRCC85T66E253U

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

rebecca.minghetti@inaf.it

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

0516965872

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

ASTRASud_CV Referente Amministrativo IRA_Minghetti_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Amministrativo IRA_Minghetti_signed_signed.pdf

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

La Stazione Radioastronomica di Medicina conta 35 dipendenti, con profili e competenze diverse: 18 collaboratori tecnici, 5 collaboratori amministrativi, 1 operatore tecnico, 11 tecnologi. Il rapporto tra persone nate donne e persone nate uomo è di 1 a 3, per un totale di 26 persone di sesso maschile e 9 persone di sesso femminile. Inoltre, il numero di dipendenti under 35 è pari a 10 e il numero di over 60 è di 4. Gli uffici sono misti, anche se tendenzialmente organizzati per tematiche e attività da svolgere; questo permette di mettere in contatto persone che collaborano su aspetti diversi del lavoro, permettendo lo sviluppo di competenze trasversali, con un approccio "peer-to-peer" basato sul lavoro stesso. La commistione di generi e di fasce di età diverse crea un ambiente di lavoro dinamico e in evoluzione, permettendo una contaminazione positiva tra abilità differenti ed un confronto costante su tematiche teoriche, tecnico-pratiche ed amministrative, a favore dell'organizzazione del lavoro e dello spirito di collaborazione. Il ventaglio di competenze, rappresentato dall'insieme delle risorse umane della stazione radioastronomica, è ampio e variegato. Nello specifico, quelle tecnico-tecnologiche vanno dalla meccanica di precisione, disegno tecnico e CAD, all'elettrotecnica, impiantistica tecnico-tecnologica, passando dal "system management" (gestione di reti e dati), alla gestione dell'elettronica analogica e digitale, l'optoelettronica, alla gestione di laboratori di criogenia, telecomunicazioni, mecatronica, fino ad arrivare allo sviluppo di software e sistemi di calcolo ad alta prestazione. Negli anni, grazie soprattutto al contributo finanziario dell'Unione Europea, il personale ha potuto confrontarsi anche con la gestione di grandi progetti, anche di livello internazionale, sviluppando così competenze di project management. Grazie alle risorse messe a disposizione dal programma PNRR, è presente nella compagine anche un ingegnere gestionale. La presenza di un ufficio amministrativo attento ed esperto nella gestione delle risorse progettuali ha permesso nel tempo di gestire grandi gare d'appalto, con molteplici livelli di complessità e richiedenti ampie competenze economico-legali.

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

Nell'ambito delle strutture di ricerca dell'INAF, INAF-IRA presenta una forte peculiarità che deriva dalla gestione e sviluppo di grandi infrastrutture radioastronomiche, distribuite sul territorio italiano: la Croce del Nord (Medicina), il più grande radiotelescopio di transito al mondo, le 2 parabole VLBI da 32 mt (Medicina, Noto), inserite all'interno del network European VLBI Network (EVN), e la stazione LOFAR (Medicina a partire dal 2026). Tali infrastrutture sono inserite all'interno di accordi e collaborazioni internazionali, considerate strategiche per il Paese (EVN e LOFAR sono fra le infrastrutture di ricerca di alta priorità nel PNIR 2021-27) e forniscono un servizio alla comunità internazionale globale. Oltre al centro di calcolo di Bologna, INAF-IRA può contare su altri due centri di calcolo nelle sedi di Medicina e Noto: nell'ambito del PNRR NG-Croce è in corso un forte ampliamento del centro di calcolo della sede di Medicina per supportare le necessità di correlazione dei dati prodotti dalla nuova Croce del Nord. Tutti i centri di calcolo dell'INAF-IRA sono collegati alle infrastrutture radioastronomiche e alla rete GARR, con sistemi di alta capacità, generando un network per il trasporto, l'analisi e l'archiviazione dati inserito efficientemente all'interno delle grandi reti dati nazionali e internazionali. Nella sede di Medicina, l'INAF-IRA possiede laboratori avanzati, dotati di strumentazione di ultima generazione e indispensabili per lo sviluppo e manutenzione dei sistemi di ricezione e per la ricerca tecnologica: laboratori per lo sviluppo di ricevitori alle microonde e criogenia; laboratori per lo sviluppo di ricevitori a radio frequenze e tecnologia radio frequenze su fibra ottica; laboratorio di microelettronica millimetrica, elettronica digitale e per lo sviluppo di backend; laboratori di meccanica, mecatronica e impiantistica; laboratori per maser e tecnologie tempo-frequenza. I fondi PNRR ottenuti tramite i progetti NG-Croce e STILES hanno permesso un ulteriore potenziamento di questi laboratori e di dotare le sedi di impianti fotovoltaici. L'INAF-IRA si occupa della progettazione e dello sviluppo di software per l'operatività dei radiotelescopi. L'operatività è garantita da servizi centralizzati che

si occupano della gestione delle infrastrutture, della schedulazione delle osservazioni e dell'attività necessaria all'interno dei consorzi e collaborazioni internazionali.

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

Oltre a collaborazioni solide con tutte le strutture di ricerca dell'INAF, l'INAF-IRA collabora strettamente con le strutture che conducono attività legate alla radioastronomia (OAC, OACatania e OAArcetri). Sul fronte del trasferimento tecnologico l'INAF-IRA ha stabilito fortissime collaborazioni con numerose aziende sul territorio nazionale, che operano in svariati settori e che sono maturate sia all'interno delle attività ordinarie dell'Istituto, sia dei grandi progetti tecnologici come SKA e le grandi collaborazioni internazionali EVN, EUSST, LOFAR. L'INAF-IRA e le sue infrastrutture giocano un ruolo fondamentale all'interno delle maggiori collaborazioni internazionali. Le antenne dell'INAF-IRA partecipano all'EVN e collaborano con le antenne dell'Est Asian VLBI Network (EAVN) per gli studi di radioastronomia ad alta risoluzione. L'Istituto è inoltre il punto di riferimento nazionale per LOFAR: la prima stazione LOFAR è prevista a Medicina a partire dal 2026, consolidando ulteriormente una leadership stabilita da anni nel campo della radioastronomia alle basse frequenze. Sul lato SKA, l'INAF-IRA ha guidato lo sviluppo delle antenne di SKA-low, capitalizzando le attività sperimentali e tecnologiche, maturate da decenni intorno alla Croce del Nord. Sul lato della radioastronomia ad alte frequenze l'INAF-IRA ha capitalizzato investimenti tecnologici maturati nell'ambito dello sviluppo e gestione dei ricevitori entrando a far parte di grandi network internazionali. Partecipa alle attività scientifiche e tecnologiche di ALMA ed in particolare ospita l'ARC Italiano, guidando sviluppi importanti nel campo delle pipelines e calibrazione dei dati. Le competenze maturate hanno permesso all'INAF-IRA di essere coinvolta con ruoli anche importanti nell'Event Horizon Telescope (EHT). La presenza di grandi infrastrutture e di una competenza tecnologica molto avanzata hanno permesso all'INAF-IRA di giocare un ruolo molto importante anche in collaborazioni in aree attigue alla radioastronomia. In particolare, l'Istituto gioca un ruolo importante nel campo della sorveglianza spaziale, Space Situational Awareness (SSA), e nei programmi Europei sul monitoraggio dei detriti spaziali (EUSST), all'interno dei quali la Croce del Nord e il suo potenziamento, ottenuto tramite il progetto PNRR NG-Croce, giocano un ruolo cruciale essendo uno dei sensori più sensibili e con maggiore risoluzione. L'INAF-IRA svolge attività nell'ambito del VLBI geodetico, utilizzando le antenne per la determinazione dei sistemi di riferimento, oltre che per studi di geodinamica, e degli studi nel campo della metrologia, che utilizzano collegamenti a fibra ottica coerente fra stazioni.

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

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

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

682ecdaea3608343fd5e84ba

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

Osservatorio Astronomico Di Padova

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

Oapd

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

L'Oapd (Osservatorio Astronomico Di Padova) è Una Struttura Di Ricerca Dell'Inaf (Istituto Nazionale Di Astrofisica), Ente Pubblico Nazionale Dedicato Alla Promozione E Valorizzazione Della Ricerca Scientifica E Tecnologica Nei Campi Dell'Astronomia E Dell'Astrofisica, Compresa Le Loro Applicazioni Interdisciplinari. L'Oapd-Inaf Si Impegna A Diffondere I Risultati Scientifici Attraverso Attività Di Divulgazione Rivolte Sia Alla Comunità Scientifica Che Al Pubblico, Promuovendo Anche Il Trasferimento

Tecnologico Verso L'Industria, Con L'Obiettivo Di Trasformare Le Scoperte In Innovazioni Applicabili E Sostenere Lo Sviluppo Economico Nazionale. L'Oapd-Inaf Opera In Collaborazione Con Le Altre Strutture Dell'Ente, Università, Centri Di Ricerca Pubblici E Privati, A Livello Nazionale E Internazionale, Partecipando A Programmi Di Ricerca E Di Sviluppo Tecnologico Sia Nazionali Che Internazionali. Oapd-Inaf è Attivo In Tutti Gli Ambiti Della Ricerca Astrofisica Ed In Particolare Nello Studio Del Sistema Solare, Dell'Evoluzione Stellare, Delle Supernove, Dei Pianeti Extrasolari, Della Struttura Della Via Lattea E Dell'Universo Locale, Della Fisica Extragalattica E Della Cosmologia, Dei Corpi Compatti Collassati E Della Fisica Delle Alte Energie, E Della Recente Astronomia Multi-Messenger. L'Oapd-Inaf Gestisce E Coordina Programmi Di Ricerca Per La Stazione Osservativa Di Cima Ekar, Posizionata Ad Una Altezza Di 1366 M, Sede Del Più Grande Telescopio Ottico Italiano, Il Copernico Da 1,82 Metri, E Di Un Telescopio Schmidt 67/92 A Grande Campo. è Fortemente Impegnato In Programmi Di Sviluppo Strumentale All'Avanguardia, In Particolare Nei Settori Dell'Opto-Meccanica Complessa, Dell'Ottica Adattiva, Della Coronografia Ad Alta Risoluzione, Del Software Di Controllo E Di Procedure Per Sistemi Real Time Computing. Queste Attività Richiedono Un Coordinamento Complesso E Multidisciplinare, Garantito Dall'Oapd-Inaf Anche Attraverso Collaborazioni Internazionali Con Enti Quali Eso Ed Esa. L'Oapd-Inaf Valorizza I Risultati Della Propria Ricerca Tramite Il Trasferimento Tecnologico E Iniziative Commerciali, Creando Un Collegamento Virtuoso Tra Ricerca E Sviluppo Socio-Economico. Promuove Inoltre La Formazione Avanzata In Collaborazione Con Le Università, Offrendo Borse Di Studio, Contratti Di Ricerca, Scuole E Dottorati, Coinvolgendo Anche Il Settore Produttivo Per Facilitare L'Occupazione E L'Innovazione. Un Altro Impegno Importante è La Diffusione Della Conoscenza Astronomica Nella Società E Nelle Scuole Attraverso Attività Formative E Divulgative Che Mirano A Sensibilizzare Il Pubblico Sull'Importanza Della Scienza, Stimolare L'Interesse Per Le Discipline Stem (Scienza, Tecnologia, Ingegneria E Matematica) E Promuovere Una Cultura Scientifica Partecipata. L'Oapd-Inaf Organizza Eventi Pubblici, Conferenze, Laboratori Didattici E Campagne Informative Coinvolgendo Cittadini, Studenti E Insegnanti. Parallelamente, Grazie Anche Alla Sua Sede Storica Situata Presso La Specola Di Padova, L'Oapd-Inaf Tutela E Valorizza Un Ricco Patrimonio Bibliografico, Storico-Strumentale E Museale, Risorsa Fondamentale Per Il Patrimonio Culturale. In Tale Ambito Promuove Attività Museali E Servizi Per La Diffusione Della Cultura Scientifica, Garantendo Così La Continuità Tra Memoria Storica E Ricerca Moderna. Infine, L'Oapd-Inaf Promuove Un Forte Legame Con Il Territorio, Collaborando Con La Regione Veneto E Il Comune Di Padova Per Sviluppare Progetti Di Ricerca Scientifica E Tecnologica E Sostenere L'Innovazione Nei Settori Produttivi Locali.

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

Padova

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

PD

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

Veneto

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

Italia

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

Vicolo dell'Osservatorio, 5

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

35122

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

0498293411

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

bianca.poggianti@inaf.it

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

inafoapadova@pcert.postecert.it

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

Si L'OAPD (Osservatorio Astronomico di Padova) rappresenta una struttura di ricerca dell'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), un ente pubblico di ricerca dotato di personalità giuridica e autonomia scientifica, economica, patrimoniale, contabile, statutaria e regolamentare, soggetto alla vigilanza del Ministero dell'Università e della Ricerca. L'OAPD-INAF adotta i criteri contabili e finanziari propri degli enti pubblici di ricerca italiani ed è qualificato come "Centro di Responsabilità Amministrativa" (CRA) di secondo livello, ossia un'unità organizzativa preposta alla gestione delle risorse umane, economiche e strumentali proprie della struttura di ricerca locale. L'unico CRA di primo livello è la Direzione Generale dell'INAF, responsabile dell'amministrazione complessiva dell'Ente; i restanti CRA di secondo livello sono distribuiti sul territorio nazionale e gestiti dai Direttori delle diverse Strutture di Ricerca, nominati tramite decreto del Presidente dell'INAF. L'OAPD-INAF è soggetto al controllo del "Collegio dei Revisori", composto da tre membri effettivi e due supplenti, iscritti al registro dei revisori contabili e nominati dal Ministro dell'Economia e delle Finanze e dal Ministro dell'Università e della Ricerca. Tale organo di controllo vigila sulla conformità alle normative, sulla regolarità della gestione e sulla corretta applicazione delle disposizioni contabili e fiscali. L'OAPD-INAF dispone di un sistema di controllo interno efficiente e adeguato, che include verifiche di gestione integrate nel sistema stesso. L'Organismo Indipendente di Valutazione della performance monitora il sistema di valutazione, trasparenza e integrità dei controlli interni. L'OAPD-INAF è quindi in grado di garantire tutti i controlli amministrativi e contabili richiesti dalla normativa nazionale, assicurando la regolarità delle procedure e delle spese prima della loro rendicontazione al Ministero, nonché la tracciabilità delle spese relative ai progetti finanziati, in conformità alla Legge 136/2010 sulla tracciabilità dei flussi finanziari. La gestione finanziaria dell'OAPD-INAF si avvale di un software avanzato ("TEAM Government" di GESINF s.r.l.) che consente di gestire e monitorare tutti i finanziamenti dell'Istituto. Questo sistema permette di affrontare anche progetti complessi e di ampia portata (come PON e PNRR) e gestisce sia i CRA che ogni singolo progetto o programma, anche in modalità separate o aggregate tramite una struttura ad albero. Tutti i dati finanziari possono essere consultati e analizzati in forma aggregata per la produzione di report di bilancio. Il sistema consente inoltre la contabilità analitica, utile per orientare le decisioni verso scelte economicamente vantaggiose, promuovendo un utilizzo efficace ed efficiente delle risorse in linea con le finalità istituzionali. Il presente progetto sarà integrato nel sistema contabile dell'OAPD-INAF per sfruttarne appieno le potenzialità, mantenendo però una gestione autonoma per facilitarne il controllo e la rendicontazione. Nel caso in cui le infrastrutture interessate da questo intervento svolgano attività sia economiche sia non economiche, i costi, i finanziamenti e i ricavi saranno chiaramente distinti; inoltre, per le infrastrutture distribuite, tale separazione sarà garantita sia a livello di singola sede sia a livello aggregato. In materia di appalti, le procedure adottate dall'OAPD-INAF sono pienamente conformi alle normative nazionali ed europee, assicurando parità di trattamento, correttezza, imparzialità, competitività, trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità.

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

Italiana

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

Bianca Maria

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

Poggianti

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

Pggbcm67d45g702m

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

bianca.poggianti@inaf.it

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

0498293517

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

Italiana

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

Andrea

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

Busato

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

BSTNDR72S24G224D

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

andrea.busato@inaf.it

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

inafoapadova@pcert.postecert.it

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

0498293453

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

Italiana

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

Carmelo

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

Arcidiacono

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

RCDCML76M18C351T

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

carmelo.arcidiacono@inaf.it

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

049 82935414

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

ASTRASud_CV Referente Scientifico OAPD_Arcidiacono_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Scientifico OAPD_Arcidiacono_signed_signed.pdf

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

Italiana

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

Andrea

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

Busato

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

BSTNDR72S24G224D

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

andrea.busato@inaf.it

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

049 8293453

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

ASTRASud_CV Referente Amministrativo OAPD_Busato_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Referente Amministrativo OAPD_Busato_signed_signed.pdf

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

L'Osservatorio Astronomico di Padova (OAPD-INAf), struttura di ricerca appartenente all'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAf), rappresenta un importante punto di riferimento nel panorama scientifico nazionale ed internazionale grazie alla presenza di numerose figure professionali altamente specializzate, essenziali per portare avanti la missione istituzionale dell'Ente in ambito scientifico e tecnologico. La componente di ricerca dell'OAPD-INAf è composta da un team di 46 ricercatori, di cui 7 assunti con contratto a tempo determinato, impegnati quotidianamente nelle attività di studio e indagine scientifica in molteplici settori dell'astronomia e dell'astrofisica. Assieme ai ricercatori, operano 31 tecnologi, di cui 12 con contratto a tempo determinato, che sfruttano le proprie competenze tecnico-scientifiche per lo sviluppo di strumentazione astronomica, progetti di eccellenza tecnologica e la gestione delle infrastrutture scientifiche, contribuendo così al mantenimento dell'eccellenza della struttura. A supporto delle attività scientifiche vi è il personale tecnico, costituito da 7 Collaboratori Tecnici degli Enti di Ricerca (C.T.E.R.) e 2 Operatori Tecnici, che svolgono un ruolo essenziale nel garantire la continuità operativa delle apparecchiature

scientifiche, la gestione dei laboratori e l'assistenza tecnica alle attività di ricerca. L'area amministrativa dell'Osservatorio conta su un team di 10 Funzionari Amministrativi, di cui 5 con contratto a tempo determinato, che assicurano la gestione e il coordinamento delle procedure amministrative, contabili e contrattuali, fondamentali per il buon funzionamento della struttura. A completare l'organico vi sono 2 Collaboratori Amministrativi, di cui 1 con contratto a tempo determinato, e 2 Operatori Amministrativi, che garantiscono il supporto operativo e logistico alle attività amministrative. Un aspetto significativo è rappresentato dal contributo offerto dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), grazie al quale è stato possibile potenziare l'organico con professionalità a tempo determinato, tra cui 1 Tecnologo, 3 Funzionari Amministrativi e 1 Collaboratore Amministrativo. Queste figure, reclutate grazie ai finanziamenti PNRR, rappresentano un importante potenziamento delle competenze e delle risorse disponibili, rafforzando la capacità dell'OAPD-INAF di affrontare con successo le sfide scientifiche e tecnologiche nel contesto nazionale e internazionale.

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

L'OAPD-INAF si dedica principalmente alla ricerca in tutti i settori dell'astrofisica moderna, con particolare attenzione alle tematiche studiate nelle bande spettrali ottica e infrarossa. È una delle poche strutture INAF in cui sono attivi quasi tutti gli ambiti dell'astrofisica: sistema solare, evoluzione stellare, supernove, pianeti extrasolari, struttura della Via Lattea e dell'Universo locale, fisica extragalattica e cosmologia, corpi collassati e fisica delle alte energie. Questo favorisce una forte sinergia con lo sviluppo tecnologico, grazie a laboratori interni all'istituto dove si progetta, integra e verifica strumentazione optomeccanica complessa innovativa. Questi laboratori, dotati di camera bianca e spazi dedicati allo sviluppo di tecnologie ottiche ed elettroniche, hanno permesso di realizzare strumenti come SOXS per NTT, SPHERE per VLT, entrambi in Cile, NIRVANA e SHARK-NIR per LBT in Arizona. Sono in programma di integrazione anche MAVIS per VLT e MORFEO per ELT. L'OAPD ospita inoltre un gruppo di sviluppo software per il controllo della strumentazione astronomica altamente qualificato, tra i più esperti a livello internazionale per il supporto a strumenti ottici e infrarossi (ad esempio OMEGACAM, SOXS, SPHERE, MAVIS, MORFEO). È attivo anche un gruppo dedicato alla progettazione e sviluppo di strumentazione avanzata, come i satelliti CHEOPS, PLATO e JUICE e nuovi concetti trasformativi come il telescopio MEZZOCIELO. Tale gruppo si dedica inoltre all'ideazione di nuove tecniche osservative, tra cui l'Ottica Adattiva Multi-coniugata, che rappresenta un pilastro per i telescopi di nuova generazione. L'OAPD gestisce la stazione osservativa di Cima Ekar, posizionata ad una altezza di 1366 m, sede del più grande telescopio ottico italiano, il Copernico da 1,82 metri, e di un telescopio Schmidt 67/92 a grande campo, entrambi remotizzati e quasi completamente automatizzati.

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

Il personale scientifico dell'OAPD è fortemente impegnato in una rete di collaborazioni sia nazionali, all'interno dell'INAF e con le Università locali, sia internazionali. Sul piano nazionale, un nutrito gruppo di ricercatori partecipa attivamente alla comunità GAPS, dedicata allo studio dei pianeti extrasolari e al pieno utilizzo dello spettrografo HARPS presso il TNG, nonché del satellite CHEOPS. Un altro progetto di grande rilievo, in cui l'Osservatorio è fortemente coinvolto, è GAIA: il satellite che, per oltre dieci anni, ha raccolto dati fondamentali per la misura delle dimensioni e della struttura dell'universo. L'OAPD ha avuto un ruolo di co-responsabilità nello sviluppo di questo progetto. A livello internazionale, l'Osservatorio vanta inoltre una solida collaborazione nell'ambito dell'evoluzione stellare, contribuendo anche come partner esterno al progetto LSST presso il nuovo Osservatorio cileno-americano Vera Rubin. L'OAPD-INAF collabora attivamente, nell'ambito dello sviluppo tecnologico e del consolidamento del know-how condiviso, con aziende nazionali in progetti pluriennali, tra cui LEONARDO, THALES ALENIA e OHB-ITALIA. In particolare, la collaborazione con OHB-ITALIA e ASI ha portato alla progettazione e realizzazione di un innovativo concetto di telescopio, denominato FLY-EYE, dedicato alla Space Situational Awareness (SSA) e al monitoraggio dei detriti spaziali (SST).

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

L'OAPD-INAF si pone come uno dei poli principali per la formazione a tutti i livelli dell'Astrofisica in Italia. La lunga e solida tradizione nella formazione delle nuove generazioni di ricercatori avviene grazie alla stretta collaborazione di OAPD con la vicina Università di Padova e permette di ottenere oltre alla Laurea specialistica in Astrofisica il massimo titolo di formazione ovvero il Dottorato. Il Corso di Laurea in Astronomia è stato istituito per la prima volta a Padova nel 1968, da allora la formazione si è arricchita del Dottorato di Ricerca in Astronomia fin dal primo ciclo nel 1980. In tale ambito, l'OAPD-INAF svolge con il

suo staff un ruolo attivo nella formazione e supervisione. L'osservatorio ospita regolarmente laureandi (circa 10 unità) e dottorandi (circa 18 unità) e dispone di personale con esperienza nell'organizzazione di scuole tematiche, summer school e corsi professionalizzanti. Gli obiettivi principali della formazione presso l'OAPD includono lo sviluppo di competenze avanzate nelle scienze astronomiche, in particolare nei campi dell'ottica adattiva, spettroscopia, analisi dati, software scientifico, monitoraggio di fenomeni transienti. Si punta a formare giovani ricercatori con competenze multidisciplinari, coinvolgendoli in progetti nazionali e internazionali e promuovendo il trasferimento tecnologico. Gli obiettivi principali della formazione sono: Sviluppo di competenze avanzate in ottica, spettroscopia, analisi dati, software scientifico e studio dei fenomeni transienti; Formazione multidisciplinare orientata al coinvolgimento attivo in progetti di ricerca nazionali (PNRR, PRIN) e internazionali (ESA, ESO); Promozione del trasferimento tecnologico, dell'innovazione e della collaborazione con l'industria. L'OAPD-INAf è partner attivo sia del Dottorato in Astronomia presso il Dipartimento di Fisica ed Astronomia dell'Università degli Studi di Padova che del Dottorato in Tecnologie per la Ricerca Fondamentale in Fisica e Astrofisica presso la stessa Università. Per entrambi i dottorati, di durata triennale, INAF finanzia tre borse annualmente che sono gestite da INAF-OAPD. Il personale OAPD-INAf tiene corsi della Laurea Magistrale in Astronomy and Astrophysics e della Laurea Triennale in Astronomia dell'Università degli Studi di Padova. Inoltre, partecipa a scuole INAF nazionali ed internazionali (es. Opticon, NEON) mettendo anche a disposizione le proprie strutture osservative di cima Ekar.

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

Tabella riepilogativa della compagine di partenariato

ID PARTNER	NOME PARTNER	RUOLO	INVESTIMENTO
1	Istituto Nazionale di Astrofisica	Capofila	20.146.514,64 €

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**

L'INAf-Osservatorio Astronomico di Cagliari (INAf-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 Radio Telescope 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. - Fisica Solare e attività Space Weather tramite osservazioni radio-solari. 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. 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. 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.

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

La stazione di Noto, afferisce all'Istituto di Radioastronomia, che si afferma come un polo di eccellenza nel panorama della ricerca scientifica e tecnologica italiana, in particolare per la sua riconosciuta competenza nel campo della radioastronomia. Con un organico di circa 150 persone, tecnici, tecnologi, tecnici e personale amministrativo, distribuito tra le sedi dell'Istituto. Questo garantisce non solo potenzialità di ricerca scientifica e tecnologica di punta, ma anche servizi amministrativi e di procurement cruciali per sostenere progetti di vasta portata. Al centro delle capacità tecniche della stazione di Noto ci sono la gestione e lo sviluppo dell'antenna parabolica di 32 metri di diametro. Questo strumento si distingue per la sua eccezionale capacità di operare in un ampio spettro di frequenze, che va da 300 MHz, fino ai teorici 116 GHz. Questa estensione di banda è stata resa possibile grazie a un significativo intervento tecnico, ideato, progettato e realizzato dal personale interno, quando lo specchio principale dell'antenna è stato dotato di pannelli in alluminio a bassissimo rumore di superficie e di un sofisticato sistema di attuazione (Superficie Attiva), che permette di correggere le deformazioni gravitazionali dello specchio, mantenendo la precisione necessaria per operare alle frequenze più elevate. La stazione di Noto è stata inoltre pioniera nello sviluppo di un innovativo backend digitale, il DBBC (Digital Base Band Converter). Il DBBC è ora lo standard di acquisizione dati per tutte le stazioni della rete VLBI europea (EVN), dimostrando l'eccellenza nell'elettronica digitale sviluppata a Noto. Un'altra competenza tecnica distintiva risiede nella gestione e nell'utilizzo di reti ad alta velocità. La stazione beneficia di un collegamento veloce in fibra ottica (10 Gbit/sec) alla dorsale GARR. Questa infrastruttura ha reso possibili le osservazioni e-VLBI in tempo reale, garantendo flessibilità, dinamicità, qualità e affidabilità delle osservazioni interferometriche, e creando nuove opportunità di sviluppo, sia tecnologico, che scientifico. Questo link sarà ulteriormente potenziato a

100 Gbit/sec. La stazione ospita laboratori avanzati per lo sviluppo di ricevitori a radiofrequenze, di meccanica, mecatronica e impiantistica, e laboratori per tecnologie tempo-frequenza, nei quali opera lo staff, che mette a frutto l'ampio spettro di expertise che include la meccanica di precisione, l'elettrotecnica, l'impiantistica e, come già sottolineato, l'elettronica digitale. Presso la stazione è consolidata inoltre una forte esperienza nella realizzazione di software di controllo e acquisizione dati di strumenti scientifici. Questa competenza si estende a tutte le fasi di progetto e in tutti i suoi aspetti: raccolta e gestione dei requisiti, progettazione, implementazione, quality assurance, integrazione, commissioning, operazioni e manutenzione. A livello tecnico-scientifico, la stazione di Noto è coinvolta, nei progetti: PNRR Next Generation – Croce del Nord (NG-CROCE), che prevede l'aggiornamento delle attività di monitoraggio degli oggetti in orbita terrestre, nonché l'implementazione di tecniche per lo studio dei fenomeni transienti e dei Fast Radio Burst; PNRR KM3Net per la costruzione di un backend, in grado di eseguire l'acquisizione dati per attività di follow up, nella banda radio, di sorgenti di neutrini e nel PON Ricerca e Innovazione 2014-2020 "Potenziamento del Sardinia Radio Telescope per lo Studio dell'Universo alle alte frequenze radio", che ha ideato e costruito un ricevitore, allo stato dell'arte, che funziona a tre frequenze simultaneamente.

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

L'Osservatorio Astrofisico di Catania (OACT), struttura di ricerca dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), è un centro di eccellenza nella ricerca astrofisica e nella diffusione della cultura scientifica. Le sue attività si articolano su due sedi operative: la sede "A. Riccò" a Catania, che ospita gli studi del personale e possiede una serie di facility, tra cui attrezzature dedicate principalmente all'osservazione solare, e la stazione "M.G. Fracastoro" di Serra La Nave, sull'Etna, che grazie alla quota elevata e alla ridotta luminosità artificiale rappresenta un sito privilegiato per le osservazioni notturne. Tradizionalmente, le attività di ricerca in OACT hanno avuto un focus su fenomeni legati all'attività solare e variabilità stellare, con applicazioni recenti agli esopianeti. Oggi, la ricerca condotta all'OACT abbraccia numerosi ambiti, tra cui la fisica solare, l'evoluzione stellare, l'astrochimica, la radioastronomia e lo sviluppo di strumentazione avanzata in ambito UV, ottico e infrarosso, insieme alla progettazione di rivelatori ad alta precisione. Particolare rilievo rivestono le competenze nel calcolo, con notevole coinvolgimento nel campo del calcolo ad alte prestazioni (HPC) e di recente anche nella computazione quantistica. L'Osservatorio è attivamente coinvolto in importanti programmi scientifici nazionali e internazionali, tra cui MeerKAT, ASTRI, CHEOPS, PLATO e MORFEO, configurandosi come nodo rilevante nella rete nazionale e nelle principali reti globali di ricerca astrofisica. L'infrastruttura sperimentale si avvale di laboratori di frontiera – come il CASP, il COLD e il LASP – e di una consolidata sinergia con enti accademici e partner industriali. La collaborazione con il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania ha portato allo sviluppo di soluzioni innovative in microelettronica per applicazioni astrofisiche. Collaborazioni recenti con il Dipartimento di Scienze Chimiche e con il Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali dello stesso Ateneo mirano a una comprensione organica di ambienti analoghi per una migliore caratterizzazione del sistema solare e degli analoghi planetari. Le interazioni con aziende come STMicroelectronics, Hamamatsu Photonics e il Lund Observatory contribuiscono a rafforzare la dimensione internazionale dell'istituto. Accanto alla ricerca, l'OACT promuove una vasta attività di divulgazione per le scuole e il pubblico generico, attraverso visite guidate, laboratori didattici, eventi e percorsi educativi, configurandosi come punto di riferimento territoriale per la promozione dell'astrofisica e della cultura scientifica come patrimonio condiviso. L'OACT svolge anche attività di tutela del patrimonio storico dell'Osservatorio e del patrimonio astronomico della città. Inoltre, il personale dell'OACT è coinvolto nelle attività di alta formazione, tenendo corsi per studenti dei corsi di laurea e di Dottorato dell'Università di Catania, così come svolgendo corsi di formazione per docenti. Nell'ambito delle tematiche di questo progetto va segnalato che l'OACT è uno dei principali centri italiani per lo studio del Sole e della sua interazione con l'ambiente circumterrestre. L'OACT gestisce il Telescopio Solare di Catania, una storica infrastruttura scientifica dedicata all'osservazione continua della fotosfera e cromosfera solare, fornendo dati in near real-time (quasi tempo reale) alla rete europea SWESNET (ESA Space Weather Service Network) per il monitoraggio dello stato di attività della nostra stella. L'Osservatorio vanta competenze consolidate nella progettazione, utilizzo e gestione di strumenti per l'osservazione solare in banda stretta, inclusi filtri Lyot per la riga H α e filtri interferenziali nella riga K del CaII. Le attività scientifiche si concentrano sulla formazione ed evoluzione delle Regioni Attive solari, caratterizzando i fenomeni dovuti all'emersione del flusso magnetico sulla superficie del Sole, sulla formazione e destabilizzazione dei filamenti solari, e sulla diagnostica degli eventi eruttivi solari con potenziale impatto geomagnetico. Sul piano tecnologico e informatico, l'OACT ha sviluppato pipeline di riduzione, validazione e pubblicazione dei dati osservativi in near real-time, con particolare attenzione all'automazione, alla qualità dei dati e all'interoperabilità con i servizi Space Weather operativi. L'Osservatorio contribuisce anche a missioni spaziali di rilievo nell'ambito della fisica solare, come il coronografo Metis a bordo della sonda Solar Orbiter dell'ESA, lo spettrometro EUVST/Solar-C dell'agenzia giapponese JAXA e il satellite MUSE della NASA, rivestendo un ruolo di rilievo

nella comunità internazionale. Le competenze software includono lo sviluppo di moduli per l'acquisizione, archiviazione, visualizzazione e distribuzione di dati scientifici, con l'impiego di standard interoperabili e orientamento all'integrazione con ambienti distribuiti. In questo contesto, l'OACT è in grado di progettare e gestire sistemi informativi capaci di sostenere carichi osservativi continui e a elevato throughput, abilitando servizi predittivi e applicazioni operative per il monitoraggio solare. Con un organico composto da personale di ricerca, tecnologi, tecnici e borsisti, l'OACT coniuga una forte expertise scientifica con una significativa capacità di sviluppo strumentale e informatico. L'unità si configura come nodo di riferimento a livello nazionale per le osservazioni solari ottiche e un partner strategico per la realizzazione di una nuova infrastruttura osservativa solare moderna, in grado di fornire dati ad alto valore aggiunto per la comunità scientifica e per le reti europee di Space Weather.

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

L'Osservatorio Astronomico di Palermo (OAPa), fondato nel 1792 e modernizzato negli anni '80, è uno dei più antichi d'Europa e un centro di ricerca all'avanguardia. Dalla sua origine focalizzata sulla fisica solare, ha sviluppato numerose linee di ricerca altamente specializzate, integrando sinergicamente osservazioni, modellistica numerica e studi sperimentali. In particolare OAPa è attivamente coinvolto in campagne osservative che impiegano sia telescopi terrestri che osservatori spaziali di ultima generazione, gestendo e analizzando ingenti volumi di dati. Lo studio degli ammassi stellari e delle stelle giovani è un pilastro della ricerca OAPa, con il gruppo coinvolto in vaste campagne osservative e nel coordinamento di programmi internazionali. Viene fatto ampio uso di dati da telescopi terrestri e spaziali di ultima generazione, con l'OAPa che partecipa attivamente al progetto Legacy Survey of Space and Time (LSST) del Vera C. Rubin Observatory. La scoperta dei pianeti extrasolari ha aperto un nuovo campo dove l'OAPa è attivamente coinvolto, sia sul piano osservativo che modellistico/teorico. I ricercatori collaborano con istituzioni nazionali e internazionali, analizzando dati da strumenti come HARPS-N e ESPRESSO (nell'ambito di collaborazioni HCN e GAPS, di cui OAPa coordina la partecipazione italiana) e contribuendo ai consorzi delle missioni spaziali ESA PLATO e ARIEL, coordinando l'apporto italiano per quest'ultima. Le supernove e i loro resti sono oggetto di studio approfondito tramite osservazioni in diverse bande dello spettro elettromagnetico e sofisticate simulazioni numeriche tridimensionali. L'OAPa partecipa a progetti di rilievo come il Cherenkov Telescope Array (CTA), NewAthena (futuro osservatorio X) e il rivelatore di neutrini KM3NeT, coordinando anche un progetto internazionale per la modellazione dei resti di supernova. L'OAPa vanta anche importanti linee di ricerca sperimentale: Il laboratorio XACT (X-ray Astronomy Calibrating and Testing), operativo dagli anni '90, è una facility di sviluppo e calibrazione di strumentazione per l'astronomia a raggi X. Ha contribuito a numerose missioni spaziali internazionali, evolvendosi con l'integrazione di tecnologie avanzate. L'astrochimica e l'astrobiologia sperimentale si svolgono presso il laboratorio LIFE+ (Light Irradiation Facility for Exochemistry and Planetary Science), che include una sezione dedicata alla formazione ed evoluzione di molecole organiche e prebiotiche interstellari, e un laboratorio, realizzato con fondi PNRR-STILES, per lo studio delle atmosfere esoplanetarie tramite simulazioni. Una linea di ricerca più recente, supportata da un accordo INAF-ASI e in collaborazione con IADC, si concentra sull'osservazione, analisi dati e modellizzazione dei detriti spaziali, utilizzando i telescopi del centro GAL-Hassin. Il ruolo di OAPa riguarda l'osservazione di varie tipologie di detriti anche in multibanda, allo scopo di identificare per esempio detriti prodotti da frammentazione, determinarne le orbite e la natura. L'Osservatorio Astronomico di Palermo (OAPa) si distingue per le sue elevate capacità nel Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC) e per una profonda expertise nell'analisi di dati astronomici, elementi cruciali per la sua attività di ricerca d'avanguardia. Questa competenza è sostenuta da un sistema di calcolo avanzato, appositamente configurato per gestire le esigenze computazionali più intense e i volumi di dati massivi tipici della moderna astrofisica. L'infrastruttura di calcolo dell'OAPa è progettata per affrontare l'intensa modellistica numerica che caratterizza diverse linee di ricerca. Dalle simulazioni complesse di processi stellari e atmosferici all'evoluzione di sistemi galattici e ai fenomeni legati alle supernove, l'HPC consente ai ricercatori di esplorare scenari astrofisici impossibili da riprodurre con metodi tradizionali, accelerando significativamente la scoperta scientifica. Un'area chiave di applicazione di queste capacità è l'analisi di dati astronomici, con una particolare enfasi sulle osservazioni in banda X e ottica e sul crescente campo dei detriti spaziali. L'OAPa è specializzato nello sviluppo di pipeline di riduzione dati all'avanguardia con l'obiettivo di trasformare le immagini ad alta risoluzione e sequenze temporali di osservazioni in informazioni pulite e precise. La capacità di analisi dati si estende allo sviluppo di algoritmi specifici per affrontare le sfide uniche poste da oggetti spaziali veloci e variabili. L'expertise include la rivelazione e l'estrazione di sorgenti in dati complessi, anche basandosi su metodologie consolidate come l'uso delle wavelets, che permettono di identificare pattern significativi in presenza di rumore e più recentemente sull'uso dell'Intelligenza Artificiale. L'OAPa vanta una solida competenza nella programmazione scientifica e nello sviluppo di software robusti e automatizzati per l'elaborazione di immagini astronomiche e l'analisi di serie temporali. Questa expertise è fondamentale per la progettazione e l'implementazione di soluzioni che

permettano di estrarre rapidamente conoscenza utile dai dati, supportando decisioni critiche in settori come la Space Situational Awareness.

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

La stazione radioastronomica di Medicina ospita due grandi antenne, la Croce del Nord (attiva dal 1964 e ora in fase di rinnovamento grazie al progetto PNRR NG-Croce) e il Radiotelescopio Grueff (parabola da 32 metri, in funzione dal 1983). Nell'arco di alcuni mesi le dotazioni strumentali aumenteranno, con l'installazione di un insieme di antenne a bassa frequenza che faranno parte della rete europea LOFAR. Questi radiotelescopi sono impiegati per una vasta gamma di osservazioni, sia per finalità scientifiche - che abbracciano numerose branche dell'astrofisica - che per indagini nell'ambito della difesa planetaria. Il personale della stazione lavora, con competenze riconosciute a livello mondiale, alla progettazione e realizzazione di tecnologie all'avanguardia per radiotelescopi italiani e internazionali, così come allo sviluppo di firmware e software per l'acquisizione e l'analisi dei dati. Per quanto riguarda lo Space Weather, dal 2018 il Radiotelescopio Grueff è il principale attore del progetto SunDish (<https://sites.google.com/inaf.it/sundish>), dedicato alle osservazioni radio-solari. Con cadenza quasi settimanale, l'antenna effettua un monitoraggio del Sole e delle sue regioni attive, mediante la realizzazione di mappe radio, allo scopo di fornire dati scientifici alla comunità internazionale negli ambiti degli studi solari e dello Space Weather. Il progetto ha richiesto l'implementazione di soluzioni tecniche e metodologie osservative ad hoc. L'attività si è consolidata nel tempo e sta producendo importanti e originali risultati, ottenuti in bande di frequenza (18 e 26 GHz) che nessun altro radio-osservatorio sta impiegando per questa tipologia di indagini. In particolare, le misure spettrali effettuate dal Radiotelescopio Grueff sulle regioni attive solari hanno consentito di sviluppare modelli all'avanguardia per prevedere intensi brillamenti solari associati a tempeste geomagnetiche, di grande interesse per applicazioni di sicurezza aerospaziale e Space Weather. Nel contesto del monitoraggio degli space debris, la stazione radioastronomica di Medicina impiega il radiotelescopio Croce del Nord che, dal 2015, costituisce la parte ricevente del radar italiano BIRALES (Bistatic Radar for LEO Survey). BIRALES è uno dei 6 sensori radar della rete europea EUSST, di cui fa parte dalla nascita del consorzio europeo. Il personale della stazione radioastronomica di Medicina ha acquisito esperienza pluridecennale in questo ambito. In passato sono stati rilevati e catalogati frammenti molto piccoli creati da esplosioni in orbita. Sono stati forniti importanti contributi nelle campagne di monitoraggio del rientro di oggetti fuori controllo e potenzialmente pericolosi, come la stazione spaziale cinese Tiangong-1 (caduta nell'aprile 2018) e i razzi lunga marcia utilizzati dai cinesi per la costruzione della Tiangong-2, oggetti che hanno sorvolato l'Italia nelle ultime orbite prima di cadere. In tutte le campagne di rientro e frammentazione sono stati inviati dati unici di detection sia al consorzio europeo SST, sia alla protezione civile nazionale, nei casi in cui la stessa aveva aperto tavoli di crisi.

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

L'Unità Operativa (U.O.) presso l'INAF – Osservatorio Astronomico di Padova (OAPD) integra competenze scientifiche e tecnologiche, svolgendo ricerche in quasi tutti gli ambiti dell'astrofisica: dal Sistema Solare all'evoluzione stellare, dalle supernove ai pianeti extrasolari, dalla Via Lattea all'Universo locale, dalla fisica extragalattica alla cosmologia, fino ai corpi compatti e alla fisica delle alte energie. L'astronomia multi-messaggera è un campo di grande interesse per l'U.O. I ricercatori contribuiscono a livello nazionale e internazionale allo sviluppo di tecniche osservative multi-spettrali per la ricerca e caratterizzazione di controparti elettromagnetiche di sorgenti di onde gravitazionali e neutrini. Parallelamente, sviluppano modelli teorici per interpretare questi segnali. Tali attività sono cruciali per la comprensione dei processi fisici che governano eventi transienti di alta energia o multibanda, con un focus particolare sulle sorgenti di onde gravitazionali come i sistemi binari di stelle di neutroni in coalescenza e le supernovae. L'U.O. detiene una consolidata leadership nello studio dei transienti multi-messaggeri, confermata da ruoli di coordinamento nazionale (PI) in importanti progetti PRIN MUR 2017, 2020 e 2022. È attivamente coinvolta nel PNRR ETIC – Einstein Telescope Infrastructure Consortium, per rafforzare competenze e infrastrutture di ricerca in vista del futuro Einstein Telescope, rivelatore di onde gravitazionali di terza generazione. L'Unità Operativa vanta una comprovata esperienza nella ricerca di transienti ottici tramite survey a grande campo, sia da terra (es. supernovae a redshift intermedi con Omegacam al VST) che dallo spazio (es. SNe ad alto redshift con Euclid). Per questi progetti, ha sviluppato software specifici in Python che integrano algoritmi di Machine Learning. La tradizione nello studio spettrofotometrico di sorgenti transienti è lunga e si avvale di strumenti nazionali (REM, Copernico, TNG, LBT) e internazionali (ESO, GTC, NOT). Questa esperienza ha portato a una significativa partecipazione nella realizzazione e nei programmi scientifici di SOXS, un nuovo spettrografo a medio/alta risoluzione per il telescopio ESO NTT in Cile, dedicato alla conferma e caratterizzazione di transienti. L'U.O. contribuisce attivamente all'astronomia multi-messaggera anche attraverso attività teoriche e simulazioni numeriche, focalizzate sulla modellizzazione degli eventi di coalescenza di stelle di neutroni e delle loro controparti elettromagnetiche. I membri dell'U.O. sono tra i

pochi gruppi capaci di simulare l'intero processo di coalescenza, la formazione di un buco nero e il lancio di un getto relativistico compatibile con un gamma-ray burst. Sono stati pionieri nel simulare la propagazione su larga scala di questi getti, partendo da condizioni realistiche derivate direttamente dalle simulazioni di coalescenza, collegando coerentemente il sistema binario iniziale ai segnali emessi dal getto su scale temporali estese. Questo realismo inedito trova applicazione diretta nell'interpretazione di eventi come il noto GW170817, che saranno osservati in numero crescente con l'Einstein Telescope e missioni dedicate ai gamma-ray burst come THESEUS. Membri dell'U.O. hanno inoltre partecipato alla stesura del Blue Book dell'Einstein Telescope, documento strategico che delinea le priorità scientifiche e tecnologiche del futuro osservatorio europeo per onde gravitazionali, rafforzando il ruolo della struttura nella comunità internazionale. Il team dell'U.O. è esperto nella progettazione e realizzazione di strumentazione astronomica, in particolare per l'osservazione nelle bande visibile e infrarossa, da terra e dallo spazio. I ricercatori possiedono una consolidata esperienza nella progettazione e integrazione di sistemi opto-meccanici complessi per strumenti a grande campo di vista, e nella realizzazione di software di controllo e acquisizione dati. L'U.O. ricopre ruoli di primo piano nella definizione dei requisiti e nella progettazione di sottosistemi opto-meccanici per progetti internazionali di grande rilevanza, come MORFEO e MAVIS. Questi sono moduli di ottica adattiva multi-coniugata (per infrarosso e visibile rispettivamente), concepiti per migliorare le prestazioni osservative dei telescopi ELT e VLT dell'ESO in Cile. Tali strumenti sono essenziali per ottenere immagini astronomiche di altissima qualità, consentendo uno studio dell'Universo con dettagli senza precedenti. In parallelo, l'Unità ha progettato, realizzato, integrato e caratterizzato — in stretta collaborazione con l'industria italiana — il telescopio e l'ottica di back-end di CHEOPS, un satellite per la caratterizzazione di pianeti extrasolari. Ha inoltre progettato e contribuito alla realizzazione, integrazione e caratterizzazione delle 26 Telescope Optical Units (TOUs) per la missione PLATO, dedicata alla ricerca di esopianeti e allo studio delle stelle. L'Unità ha anche progettato e sviluppato il sistema opto-meccanico della camera JANUS per la missione JUICE, destinata all'esplorazione del sistema di Giove e delle sue lune. Questi progetti rientrano nel programma Cosmic Vision 2015-2025 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e rappresentano un esempio virtuoso di sinergia tra ricerca scientifica, innovazione tecnologica e industria. Grazie a queste esperienze, l'U.O. si conferma un partner strategico per aziende e istituzioni interessate allo sviluppo di sistemi opto-meccanici di frontiera per applicazioni astronomiche, aerospaziali e scientifiche. L'U.O. ha avuto un ruolo significativo nell'integrazione, allineamento e caratterizzazione di diversi strumenti astronomici per osservazioni da terra. Tra i progetti chiave figurano il telescopio a grande campo VST (per l'ESO, studio del cielo meridionale), lo spettrografo multi-canale visibile-infrarosso SOXS (per il NTT di ESO), e il coronografo infrarosso SHARK-NIR (per LBT, osservazione di esopianeti e dischi protoplanetari con imaging ad alto contrasto). Queste attività hanno consolidato l'esperienza dell'Unità nella realizzazione e validazione di sistemi ottici complessi e nell'acquisizione di competenze chiave nella verifica delle performance su telescopi internazionali. L'Unità Operativa vanta anche un'esperienza pluridecennale nella progettazione e realizzazione di software di controllo e acquisizione dati per strumentazione e telescopi ottici e infrarossi, sia a terra che nello spazio. All'inizio degli anni '90, l'U.O. fu responsabile dello sviluppo e messa in opera del software di controllo di basso livello per il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) e la sua strumentazione. In seguito, ha gestito il pacchetto "Software di Controllo" per diversi strumenti VLT, inclusa OmegaCAM, con le sue 32 CCD (256 Megapixel) e la necessità di misure di auto-guida e ottica attiva coordinate con le esposizioni scientifiche. L'U.O. ha anche realizzato il software di controllo per SPHERE, uno degli strumenti VLT più complessi, che include ottica adattiva estrema (XAO) e tre canali scientifici. In questo progetto, l'U.O. ha coordinato un team distribuito tra Italia, Francia e Svizzera. Forte di questa esperienza, ha poi realizzato il software di controllo per ERIS, uno strumento "work-horse" che sfrutta la facility di Ottica Adattiva (AOF) del VLT per imaging e spettroscopia al limite di diffrazione. Attualmente, l'U.O. è responsabile dello sviluppo del software di controllo per gli strumenti di Ottica Adattiva Multi-coniugata MAVIS (VLT) e MORFEO (ELT), lo spettrografo SOXS (NTT) e l'imager coronografico SHARK-NIR (LBT), tutti menzionati in precedenza. In tutti questi progetti, l'Unità Operativa è stata coinvolta con un ruolo di responsabilità fin dall'inizio, seguendo tutte le fasi progettuali. Parallelamente, ha contribuito alla realizzazione di sottosistemi software per altri strumenti, come il software di basso livello per lo spettrografo multi-oggetto di WEAVE (WHT) e il modulo di metrologia per lo spettrografo criogenico infrarosso CRIRES+ (VLT). In ambito spaziale, l'U.O. è stata responsabile della realizzazione del software di bordo della Data Processing Unit dello strumento NISP per la missione Euclid di ESA. Si è occupata anche dello sviluppo dell'on-board processing dei dati, seguendo il progetto dalla scrittura dei requisiti alle review di sistema e sottosistema, fino alle fasi di test e integrazione del modello avionico. Tutte queste attività hanno permesso all'Unità Operativa di costruire una solida esperienza nella realizzazione di software di controllo e acquisizione dati in tutte le fasi di progetto e in tutti i suoi aspetti: raccolta e gestione dei requisiti, progettazione, implementazione, software product e quality assurance, integrazione, commissioning, operazioni e manutenzione. L'U.O. è fortemente impegnata nelle attività di Space Situational Awareness (SSA) e Space Surveillance and Tracking (SST), ambiti di crescente importanza per la sicurezza e la

sostenibilità delle attività spaziali. Uno dei progetti principali è il contributo tecnico-scientifico al telescopio FlyEye (NEOSTEL), sviluppato da OHB Italia per l'ESA, dove l'U.O. ha un ruolo chiave nella definizione delle strategie osservative, nella calibrazione ottica e nello sviluppo software per il test e la validazione del sistema. A tal fine, sono stati stipulati specifici contratti di supporto tra OHB Italia e INAF OAPD, includendo attività presso il sito ASI di Matera e la fornitura di strumenti di analisi e calibrazione operativa. A livello nazionale, il gruppo di ricerca OAPD è coinvolto nell'Accordo Attuativo ASI-INAF 2023–2026 per il supporto alle attività IADC (Inter-Agency Debris Coordination Committee). Nell'ambito del WP4, coordinato da OAPD, si sviluppano nuovi sensori ottici, si pianificano campagne osservative e si contribuisce alla modellistica teorica per l'evoluzione orbitale e il rischio di collisione di oggetti artificiali. Dal punto di vista osservativo, il gruppo padovano ha ottenuto tempo osservativo sistematico presso i telescopi Copernico e Schmidt di Cima Ekar (INAF-Asiago), con oltre 500 ore dedicate e circa 100 notti esclusive nel biennio 2024–2026 per la caratterizzazione fotometrica e spettroscopica di oggetti artificiali, inclusi detriti spaziali in LEO, MEO e GEO. A Padova è in corso lo sviluppo di nuove pipeline per il trattamento dei dati da survey wide-field (e.g. Schmidt), con algoritmi avanzati per il riconoscimento e il tracciamento automatico, inclusi moduli per la misura di curve di luce e la classificazione rotazionale dei target. Il gruppo ha inoltre acquisito e installato nuovi sensori per aumentare la sensibilità e l'efficienza dei suoi telescopi nel sito osservativo di Cima Ekar. Grazie a questa esperienza, Padova partecipa attivamente alla definizione delle specifiche per future reti nazionali ed europee di monitoraggio ottico dei detriti spaziali e all'analisi delle prestazioni di nuovi sistemi ispirati all'architettura FlyEye.

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

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**

La struttura, a cui afferisce l'unità Operativa di Noto, si distingue per la sua estesa e consolidata rete di collaborazioni, sia in Italia, che a livello internazionale, essenziali per lo scambio di conoscenze, l'accesso a infrastrutture avanzate e lo sviluppo di progetti innovativi. A livello nazionale, l'Istituto vanta solide relazioni con gli altri enti di ricerca INAF, le Università e i Centri di ricerca italiani. L'INAF-IRA ha inoltre stretto partnership con numerose aziende italiane per il trasferimento tecnologico, trasformando la ricerca astronomica e astrofisica in soluzioni innovative, soprattutto nell'ingegneria del software e dell'elettronica, anche grazie a grandi progetti come SKA, EVN, EUSST e LOFAR. Sul fronte internazionale, l'INAF-IRA gioca un ruolo chiave in numerose iniziative. Le sue antenne partecipano all'European VLBI Network (EVN) e collaborano con l'East Asian VLBI Network (EAVN) per studi di radioastronomia ad alta risoluzione. L'Istituto è il punto di riferimento nazionale per LOFAR, avendo contribuito allo sviluppo di LOFAR 2.0 e consolidando la sua leadership nelle basse frequenze, con la prevista installazione della prima stazione LOFAR presso la stazione gemella di Medicina.

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

L'OACT vanta una consolidata rete di collaborazioni nazionali e internazionali che copre un ampio spettro di tematiche astrofisiche, dallo studio del Sole e dello Space Weather alla fisica stellare, dagli esopianeti alla radioastronomia, fino all'astrochimica e al calcolo ad alte prestazioni per l'astrofisica. Tali collaborazioni si sviluppano attraverso la partecipazione a missioni spaziali, progetti europei, consorzi internazionali, reti tematiche e accordi bilaterali con università e istituti di ricerca di eccellenza. Nel campo dell'astrofisica stellare ed esoplanetaria, OACT è partner scientifico dei consorzi delle missioni CHEOPS e PLATO – delle quali esercita la leadership nazionale – e ARIEL, in collaborazione con l'ESA e istituzioni accademiche e tecnologiche europee (Università di Padova, INAF-OAPa, Università di Berna, UCL, LAM), e partecipa alle reti GAPS e HATNet per il follow-up spettroscopico e fotometrico da terra. Per lo sviluppo strumentale, l'OACT lavora in stretta sinergia con aziende leader come ST Microelectronics, Hamamatsu Photonics e l'Osservatorio di Lund, per la progettazione e test di dispositivi fotonici avanzati, rivelatori UV, CMOS scientifici e tecnologie optoelettroniche. In ambito radioastronomico e SSA (Space Situational Awareness), l'OACT collabora con gli Osservatori INAF di Noto e Cagliari, con l'Osservatorio di Medicina per la Croce del Nord, con il consorzio europeo EU SST, con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e con centri accademici e industriali nell'ambito dei servizi di collision avoidance e tracciamento orbitale. In particolare, il personale di ricerca è coinvolto con l'Osservatorio di Cagliari per il progetto SunDish, che svolge il monitoraggio radio del Sole nel range di frequenza 18.1 – 26.1 GHz. Inoltre, l'osservazione radio delle controparti astrofisiche delle sorgenti di neutrini ultra energetici è oggetto di una stretta collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) sul progetto KM3Net. Nel contesto della fisica sperimentale e dell'astrochimica, sono attive collaborazioni con laboratori internazionali quali il Centro de Astrobiología (CSIC-INTA, Spagna), il National Synchrotron Radiation Research Center (Taiwan), la University of Vienna e gruppi di ricerca dell'Università di Catania, con cui è attiva una collaborazione storica strutturata sul CASP (Centro per Applicazioni Spaziali della Microelettronica) e sui laboratori LASp e COLD. L'INAF-OACT collabora attivamente con numerosi enti di ricerca, università e agenzie spaziali, sia a livello nazionale che internazionale, nell'ambito della fisica solare, delle osservazioni ottiche e delle applicazioni Space Weather. A livello europeo, l'Osservatorio partecipa stabilmente al programma SWESNET (ESA Space Weather Service Network), contribuendo all'erogazione di dati sinottici utili al monitoraggio dell'attività solare e alla mitigazione del rischio geomagnetico. Nel contesto del progetto ESA Metis/Solar Orbiter, l'OACT è coinvolto nello studio della corona e del vento solare attraverso osservazioni coronografiche e dati in banda ultravioletta. Analogamente, partecipa a iniziative internazionali come la missione Solar-C/EUVST, coordinata dall'agenzia spaziale giapponese JAXA, e al progetto NASA MUSE, dedicato a imaging e spettroscopia multi-slit della corona solare. Sul piano nazionale, l'unità collabora con

altri istituti INAF (in particolare OARoma, OACNapoli, OAA, IRA), con il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania, con l'Università di Tor Vergata e l'Università della Calabria. È inoltre parte integrante della rete di ricerca italiana sul meteo spaziale e sulle tecnologie abilitanti per il monitoraggio solare, sviluppando sinergie anche con l'INGV, l'ASI e i principali nodi radio. Nel quadro del progetto ASTRASud, queste collaborazioni trovano un ulteriore consolidamento. Le attività previste nell'ambito del nuovo telescopio solare si inseriscono pienamente nella rete ESA/SWESNET e nei programmi di osservazione congiunta con altri osservatori solari europei e internazionali. Per la parte hardware e software, sono in corso interlocuzioni con aziende del settore optomeccanico e ICT, anche in prospettiva del trasferimento tecnologico. Inoltre, le sinergie con gli Osservatori INAF coinvolti nel WP3 e WP5 assicurano un'integrazione operativa e scientifica in linea con le strategie europee per le infrastrutture di ricerca distribuite.

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

L'attività scientifica dell'Osservatorio Astronomico di Palermo (OAPa) si inserisce in un'estesa rete di collaborazioni, a livello sia nazionale che internazionale, rafforzando l'impatto e la qualità della ricerca. Queste sinergie con altri istituti INAF, università e numerosi enti di ricerca italiani, oltre a consolidate partnership con centri di eccellenza globali, favoriscono lo scambio di competenze e l'accesso a infrastrutture condivise. Nel campo dei pianeti extrasolari, l'OAPa collabora con prestigiose istituzioni internazionali come 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, partecipando attivamente ai consorzi Ariel, GAPS ed ESPRESSO. Il laboratorio XACT svolge significative 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. L'OAPa coordina un importante progetto internazionale sulla modellazione dei resti di supernova, coinvolgendo istituzioni leader 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 di astrochimica mantiene solide collaborazioni con ricercatori del Centro de Astrobiología (Spagna), della National Central University e con il National Synchrotron Radiation Research Center (Taiwan). Infine, nell'ambito dello studio dei detriti spaziali e della sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali, l'OAPa è parte attiva della rete italiana coordinata dall'ASI, che include altri istituti INAF (IRA, OAPd, OAS) e prestigiose università e centri di ricerca nazionali quali l'Università degli Studi di Padova-CISAS, l'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", la "Sapienza" Università di Roma-DIMA, il Politecnico di Milano (POLIMI), il CNR-IFAC e il CNR-ISTI.

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

In ambito Space Weather, la stazione di Medicina è coinvolta in prima linea nel progetto SunDish (nazionale, che include varie sedi INAF e collaboratori di altri enti, ad esempio ASI). Tale attività ha contribuito alla recente nascita del progetto Solaris (<https://sites.google.com/inaf.it/solaris>), dedicato ad osservazioni radio solari a 100 GHz mediante l'impiego di antenne collocate nelle regioni polari (in Antartide, finora). Solaris raduna collaboratori che afferiscono a diversi enti nazionali: INAF (incluso staff della stazione di Medicina), ENEA, INFN, CNR, ASI, l'Aeronautica Militare e numerose università. Il progetto si sta espandendo nelle regioni artiche grazie ad un accordo siglato tra INAF, l'Università di Oslo, TGO (Tromsø Geophysical Observatory, UiT), l'Università Artica della Norvegia e UNIS (University Centre in Svalbard). Per quanto riguarda SST, IRA-MED è inserita in contesti di collaborazione internazionale da oltre 10 anni. Fa parte del consorzio europeo EUSST per il monitoraggio e tracciamento di oggetti orbitanti dal 2015; il personale di ricerca è delegato dall'ASI a partecipare al Comitato internazionale IADC, dove sono presenti tutte le agenzie spaziali mondiali, in cui si discutono le problematiche relative agli space debris e si scrivono le linee guida per la protezione delle infrastrutture e dell'ambiente spaziale. In ambito nazionale, IRA-MED è prime contractor di Accordi con ASI, in cui sono coinvolte università italiane (Tor Vergata, La Sapienza, Politecnico di Milano, Università di Padova) e istituti del CNR. In tale contesto vengono svolti studi e osservazioni spaziali per accrescere le informazioni dell'ambiente detritico. Il responsabile scientifico di questa unità operativa è il coordinatore del Comitato Tecnico Operativo dell'OCIS, formato da ASI, Ministero della Difesa (MoD) e appunto INAF.

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

A livello nazionale, la U.O. partecipa significativamente al gruppo GRAWITA per la ricerca di controparti

elettromagnetiche di sorgenti gravitazionali, con ruoli di primo piano nel Science Board e nel coordinamento del WG teorico. Questa collaborazione ha generato ENGRAVE, che ha ottenuto importanti assegnazioni di tempo ai telescopi ESO. Con altre strutture INAF, l'U.O. ha la leadership italiana per il progetto internazionale SOXS. Fa parte della collaborazione EUCLID, con un ruolo rilevante nel Science Working Group su "Supernovae and other transients", e contribuisce all'Observing Science Board dell'Einstein Telescope. Per la progettazione e realizzazione di strumentazione astronomica, l'U.O. ha un'esperienza ultradecennale, consolidata attraverso collaborazioni di alto profilo. A livello nazionale, collabora con numerosi gruppi di ricerca INAF (Milano-Merate, Bologna, Firenze-Arcetri, Roma, Napoli-Capodimonte e Catania), permettendo la condivisione di competenze e risorse per progetti mainstream dell'Ente. In ambito spaziale, l'U.O. è attivamente coinvolta nelle principali missioni scientifiche grazie a una stabile collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) dal 2007. Negli ultimi quindici anni, ha instaurato una collaborazione privilegiata con Leonardo, leader nel settore aerospaziale e della difesa, sviluppando attività congiunte per sistemi ottici complessi e strumentazione avanzata, spesso con contratti ASI. Nel settore Space Situational Awareness (SSA) e Space Surveillance and Tracking (SST), l'OAPD collabora attivamente con partner industriali nazionali. La collaborazione con Officina Stellare S.p.A. ha portato allo sviluppo e validazione di sistemi di osservazione per il monitoraggio di oggetti orbitanti, potenziando le capacità osservative italiane nel network SST europeo. Parallelamente, l'U.O. collabora con OHB Italia come partner tecnologico e scientifico per l'integrazione e test di sistemi di tracciamento e riconoscimento automatizzato di oggetti spaziali. Insieme a OHB, sono stati sviluppati algoritmi per l'allineamento e controllo della qualità ottica del telescopio FlyEye e strumenti di analisi software per la rete di telescopi SST in sviluppo da OHB per ASI. Queste collaborazioni sono formalizzate tramite convenzioni e progetti co-finanziati da ASI ed ESA. Nel contesto dell'accordo ASI-INAF per IADC, le attività dell'U.O. di Padova supportano le ricerche del CISAS (Università di Padova) sulla modellizzazione degli eventi di frammentazione di oggetti orbitanti. Supportano inoltre l'Università di Milano (Politecnico) nelle simulazioni a lungo termine della popolazione di detriti spaziali e nello sviluppo di indici di rischio ambientale. In ambito internazionale, l'U.O. è attivamente coinvolta nella progettazione, sviluppo e realizzazione dei principali progetti scientifici promossi dallo European Southern Observatory (ESO) e nelle numerose missioni dell'ESA, i due principali organismi di riferimento per la ricerca astronomica e spaziale in Europa. La U.O. partecipa a diversi consorzi internazionali per la realizzazione di strumentazione astronomica per i maggiori Osservatori mondiali. Tra gli Istituti partner con cui collabora figurano: Max Planck (Germania), CNRS (Francia), ONERA (Francia), UK Astronomy Technology Centre (Regno Unito), Australian National University e Macquarie University (Australia), University of Arizona (Stati Uniti), NOVA (Olanda), IAC (Spagna), NRC (Canada), Weizmann Institute of Science (Israele), ETH (Svizzera), Millennium Institute of Astrophysics (Cile), Queen's University Belfast (Regno Unito), National University of Ireland Galway (Irlanda). Inoltre, l'U.O. collabora stabilmente con il consorzio internazionale LBT Corporation (Università dell'Arizona, INAF, LBTB Germania), fornendo supporto tecnico e strumentazione avanzata per il Large Binocular Telescope, una delle infrastrutture osservative più innovative al mondo.

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**

Aerospazio, Space weather, Tecnologia per la Ricerca Astrofisica multi messaggera nel SUD

➤ **11C1.2: Acronimo Progetto**

ASTRASud

➤ **11C1.3: Durata Progetto**

30

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

Space debris, Space weather, Space Situational Awareness, Multi-messenger astronomy, Trasferimento tecnologico

Infrastruttura

Infrastruttura di ricerca interessata dal progetto

➤ **11C2.1: IR Capofila**

EVN - JIVE-European VLBI Network

➤ **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**

Il progetto ASTRASud mira a potenziare il ruolo dell'Italia nella sorveglianza spaziale (SSA), nello studio del meteo spaziale (Space Weather) e nell'astronomia multi-messaggera, tramite il rafforzamento delle infrastrutture INAF nel Mezzogiorno. Prevede l'aggiornamento dei radiotelescopi di Noto e SRT e del telescopio solare di Catania, con interventi anche sulla Croce del Nord di Medicina e l'installazione di nuovi strumenti: TANDEM (Isnello), MezzoCielo (Sardegna) e una stazione LOFAR a Noto. Queste infrastrutture miglioreranno il monitoraggio di detriti spaziali e fenomeni solari, offrendo dati di alta precisione e sensibilità per la rete europea EUSST. ASTRASud favorirà anche servizi innovativi di Space Weather, grazie a osservazioni multi-banda, sistemi di analisi rapida e diffusione semi-realtime dei dati. Inoltre, contribuirà alla risposta tempestiva ad allerte da eventi astrofisici transitori. Il progetto rafforza la sinergia tra ricerca, industria e territorio, promuovendo l'innovazione e la sicurezza spaziale a livello europeo e 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**

L'ultimo decennio ha visto una notevole accelerazione del lancio di oggetti nello spazio, passando da una media di 200 satelliti all'anno, a oltre 3.000. Questo aumento di satelliti in orbita rappresenta una vera e propria attività di business, tuttavia, a causa della crescente complessità dell'ambiente orbitale, i satelliti sono sempre più a rischio di collisione con altri satelliti, o detriti. Allo stesso tempo, gli oggetti orbitanti possono rientrare sulla Terra in maniera incontrollata e causare danni a cose, o persone. Questa situazione purtroppo può pregiudicare la capacità di accesso allo spazio e, per mitigare i rischi, è opportuno rilevare, tracciare tali oggetti e fornire informazioni sulle orbite. Nel 2015 è nata la EUSST (European Space Surveillance and Tracking), un Consorzio per il monitoraggio e tracciamento di oggetti orbitanti, che fornisce 3 servizi fondamentali: (i) Collision Avoidance (CA), per la valutazione del rischio di collisioni in orbita; (ii) RE-entry (RE), per la valutazione delle aree terrestri interessate da possibili cadute a terra di oggetti; (iii) Fragmentation (FR), per studiare la propagazione di nubi di frammenti derivanti da esplosioni o scontri in orbita. All'interno della rete di sensori EUSST ci sono due radar dell'INAF: SRT (Sardinia Radio Telescope) e il radiotelescopio Croce del Nord di Medicina (BO). A queste minacce si sommano gli effetti dell'attività solare, con le emissioni di massa coronale (CME) e i brillamenti, che possono alterare le

condizioni dello spazio circumterrestre. I disturbi elettromagnetici, generati dal Sole, possono compromettere il corretto funzionamento dei satelliti, interferendo con le comunicazioni, disturbando i segnali GPS e danneggiando i circuiti elettronici sensibili. Inoltre, variazioni improvvise della densità atmosferica, causate da eventi solari, possono alterare l'orbita dei satelliti, rendendone più difficile le previsioni di rientro. Per questo motivo, il monitoraggio continuo e in tempo reale dell'attività solare e la disponibilità di indicatori Space Weather affidabili rappresentano un elemento chiave per garantire la sicurezza e la sostenibilità delle operazioni spaziali. Relativamente alla ricerca scientifica, si sta cercando di entrare in quella che è la nuova generazione di osservazioni astronomiche, che prevede lo studio dello stesso fenomeno fisico, cercando di catturare le diverse informazioni che esso emette. Si parla quindi di astronomia multi-messaggera, quando lo studio del fenomeno fisico si basa sull'osservazione coordinata di diversi tipi di segnali "messaggeri" (onde elettromagnetiche, onde gravitazionali, neutrini e raggi cosmici). Nel campo dell'astronomia multi-messaggera, l'Italia può vantare, sul proprio territorio, tutti i tipi di sensori che possono analizzare i diversi "messaggi" provenienti dallo spazio. Parte di queste facilities sono dell'INAF e ubicate al Sud, permettendo di riconoscere ai ricercatori dell'INAF competenze che coprono tutta la banda multi-messaggera. In questo contesto di ricerca aero-spaziale, caratterizzato da una forte e continua spinta all'aggiornamento, allo sviluppo e all'innovazione, L'INAF vanta un'esperienza consolidata e possiede/gestisce sensori che possono supportare e dare un grande contributo al monitoraggio di oggetti orbitanti, dello space weather e contribuire allo studio dell'astronomia multi-messaggera. Molti di questi sensori, con performance di alto livello e competitivi a livello internazionale, si trovano al Sud e hanno già fatto parte di precedenti upgrade tecnologici nel PON e nel PNRR. SRT dell'OAC è una antenna di nuova generazione di 64 metri di diametro situato a San Basilio (CA). SRT è stato ufficialmente inaugurato nel 2013 e assieme alle antenne paraboliche di 32 metri di diametro di Noto (SR) e Medicina (BO) sono i nodi INAF dell'European VLBI Network (EVN) e formano essi stessi una rete VLBI italiana. L'upgrade di SRT concluso nel 2023 nell'ambito del progetto PON SRT_HighFreq, ha rappresentato una grande opportunità di dotare SRT di tutti i sistemi elettronici, meccanici e software necessari per permettere l'osservazione delle sorgenti radioastronomiche a più alte frequenze radio. L'elevata sensibilità e la capacità di operare su un ampio intervallo di frequenze, rendono SRT uno strumento estremamente interessante per studi di Space Weather e di Astronomia Multi-messaggera. SRT si candida inoltre come un efficiente sistema ricevente per la sorveglianza in ambito di Space Surveillance and Tracking, perché grazie alla sua enorme area colletttrice, lo rende uno degli strumenti più sensibili di tutta la rete di monitoraggio EUSST. Nel contesto del Consorzio EUSST sul monitoraggio dei detriti spaziali, INAF può vantare quindi di due eccezionali strumenti radar complementari: SRT in grado di seguire i satelliti e quindi di essere usato in modalità osservativa di "tracking" e il radiotelescopio Croce del Nord, dotato di un ampio campo di vista, usato in modalità osservativa "survey". Da precisare che i due radiotelescopi sono solamente la parte ricevente di un radar bistatico, il cui trasmettitore condiviso è installato presso la base dell'aeronautica militare presso il Poligono Interforze del Salto di Quirra (NU). Questo trasmettitore è stato upgradato attraverso il PNRR NG-Croce, così come è in via di installazione, grazie agli stessi fondi, un nuovo e più performante trasmettitore, presso la base dell'esercito a Civitavecchia, dando quindi una continuità strategica allo sviluppo e al potenziamento delle infrastrutture radar. Gli upgrade di SRT che vengono proposti in ASTRASud, riguardano lo sviluppo di un nuovo ricevitore a larga banda nell'intervallo di frequenza 8-15 GHz, che andrà a colmare un gap in frequenza attualmente presente e potenzierà sia l'utilizzo di SRT come antenna per lo studio dello space weather e impiego in SST, che nello European VLBI Network (EVN) di cui INAF è membro. Inoltre, si propone un miglioramento degli LNA (Low Noise Amplifier) del ricevitore CARUSO e le prestazioni criogeniche del ricevitore MISTRAL, entrambi sviluppati nel progetto PON SRT-HighFreq, permettendo di aumentare le sensibilità dei due ricevitori ad alta frequenza ed essere utilizzati nell'ambito dell'astronomia multi-messaggera per localizzare la controparte radio a 90 GHz delle onde gravitazionali. La Croce del Nord dell'IRA-MED situato a Medicina (BO), è composto da 2 rami perpendicolari orientati in Est-Ovest e Nord-Sud. La sua area colletttrice, formata da cilindri parabolici, è di circa 30.000 metri quadrati, che lo rende attualmente uno degli strumenti più grandi al mondo. Tale superficie rende l'antenna sensibile a sorgenti radio molto deboli in una banda di 16 MHz, centrata sulla frequenza di 408 MHz. Svolge ricerca di Fast Radio Burst e dal 2015 è inserito nella rete EUSST, nel campo del monitoraggio dei detriti spaziali. Il completamento dell'aggiornamento del ramo Est-Ovest è in corso, attraverso fondi PNRR del progetto NG-Croce, ma manca l'allargamento dello specchio riflettente, per renderlo ancora più performante e si propone di farlo all'interno di ASTRASud. Il completamento dell'upgrade permetterà alla Croce del Nord di essere il più sensibile radar di sorveglianza all'interno della rete dei sensori EUSST e arricchirà il catalogo satellitare europeo con oggetti di dimensione inferiore ai 10 cm, che è l'attuale limite. Ciò conferirà allo strumento un ruolo strategico e imprescindibile nella sorveglianza spaziale europea, consolidandone la centralità all'interno della rete e rendendolo un asset di riferimento per i servizi di CA, RE e FR. Il radiotelescopio dell'IRA-NOTO è un paraboloide di 32 m di diametro. Inaugurato nel 1988, è uno strumento completamente orientabile, in grado di operare nella

gamma di frequenze da 0,4 GHz a 100 GHz. Il radiotelescopio è coinvolto in diversi progetti di reti interferometriche, come l'EVN e l'IVS, che hanno prodotto importanti risultati sia nel campo dell'astrofisica, che in quello della geofisica. Per questa antenna ci si propone di aggiornare e sostituire il sistema di movimentazione e tracking del telescopio, l'ideazione, progettazione e realizzazione di un sistema basato su tecnologia di trasmissione della banda RF su fibra ottica, di distribuzione delle uscite della banda IF del ricevitore tri-band (acquisito con il PON) per servire i backend e i sistemi di acquisizione dati. Tale sistema consentirà di sfruttare tutta la banda del ricevitore e di poter utilizzare tutti i backend esistenti sull'antenna, compreso quello che sarà preso per le applicazioni Space Weather. Inoltre, verrà installato un nuovo e potente Centro di Calcolo per SST, in cui sarà possibile sviluppare algoritmi per la determinazione orbitale e lo sviluppo di software per processare diverse misure radio e ottiche di uno stesso oggetto ma provenienti da diversi sensori (data fusion). L'upgrade previsto fornirà alla rete di monitoraggio EUSST il radar più a sud d'Europa, con importanza strategica nell'osservazione di oggetti orbitanti a bassa elevazione ed invisibili, causa alla latitudine, agli altri radar europei. Gli algoritmi di data fusion permetteranno inoltre di aumentare il grado di precisione della stima orbitale almeno di un ordine di grandezza, con il vantaggio di fornire più accurate informazioni agli operatori satellitari, che potranno decidere con maggior certezza se manovrare o meno un loro satellite in orbita. Anche in questo caso il radiotelescopio sarà la parte ricevente di un radar multi-statico, il cui trasmettitore e parte ricevente sono stati realizzati con fondi PNRR. L'antenna di Noto sarà anche inserita nella rete di monitoraggio dello space weather. Sempre presso IRA-NOTO, verrà installata una stazione LOFAR (Low Frequency Array) che amplierà così la rete del grande array europeo di antenne a bassa frequenza per lo studio astrofisico a basse frequenze. La stazione LOFAR avrà due beam: uno utilizzato in sinergia con le altre stazioni LOFAR dislocate in Europa e sarà la stazione più a sud, aumentando la baseline e la risoluzione del radiotelescopio, contribuendo agli studi scientifici alle basse frequenze; il secondo beam invece sarà dedicato allo space weather, garantendo lo studio del Sole nei suoi strati più interni. Il Telescopio Solare dell'OACt è una delle infrastrutture storiche e strategiche per il monitoraggio dell'attività solare in Italia e in Europa. Lo strumento attualmente in uso è costituito da due rifrattori coassiali da 150 mm di diametro e 2130 mm di lunghezza focale. Opera quotidianamente per fornire dati solari in tempo reale alla rete SWESNET (Space Weather Service Network) dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). La facility è in grado di acquisire dati in maniera automatica, elaborarli in pipeline dedicate e trasferirli ai portali internazionali per il monitoraggio delle condizioni del Sole e dell'eliosfera. Nonostante l'ottima continuità operativa e la robustezza del sistema, la strumentazione risente dei limiti tecnologici legati alla sua architettura e all'impossibilità di effettuare osservazioni ad alta risoluzione spaziale su aree localizzate, come le Regioni Attive (AR). Per tale motivo ASTRASud si propone la realizzazione di un nuovo telescopio solare in grado di offrire un salto qualitativo nelle capacità osservative, mantenendo la vocazione operativa quotidiana e rafforzando il contributo italiano alle reti internazionali di monitoraggio solare. Questo comporta la realizzazione di nuova cupola e relativo controllo, progettazione e realizzazione ottico-meccanica del sistema, sviluppo del software di acquisizione e integrazione dati per SWESNET. A valle dell'upgrade, questo strumento sarà dedicato al monitoraggio continuo della fotosfera e della cromosfera, garantendo osservazioni simultanee dell'intero disco solare e di singole regioni attive, con alta risoluzione spaziale. Tale capacità è fondamentale per l'identificazione tempestiva dei fenomeni solari potenzialmente impattanti per lo Space Weather, come flare e espulsioni di massa coronale (CME). Il telescopio rappresenta quindi un nodo essenziale per rafforzare la componente ottica della rete nazionale dedicata alla sorveglianza spaziale, migliorare le capacità previsionali e fornire indicatori affidabili, a supporto dei servizi di allerta precoce e protezione delle infrastrutture spaziali e terrestri. Con l'obiettivo di seguire oggetti molto veloci, come per esempio i satelliti in LEO (Low Earth Orbit), rispetto ad altri telescopi che solitamente possono osservare oggetti lenti su orbite geostazionarie o quasi, verrà sviluppato e installato il telescopio TANDEM (Telescope Array for Debris Monitoring) presso il GAL Hassin ad Isnello, che OAPa avrà in gestione. Si tratta di uno strumento ottico all'avanguardia, composto da un array di 4 telescopi, che posizionati fuori asse vanno a coprire 4 parti di cielo contigue, aumentando così il campo di vista rispetto al singolo telescopio. Un altro vantaggio strategico di questo sensore è la posizione, che permette di osservare oggetti a bassa elevazione. Infine, si realizzerà un prototipo di un telescopio a grande campo di vista, MezzoCielo, progettato da OAPd da installare a Sos Enattos in Sardegna. Il telescopio è basato su un design rifrattivo sferico monocentrico, un'innovativa tecnologia, che si andrà a sperimentare. MezzoCielo offrirà un contributo significativo nel campo dei transienti, in particolare all'astrofisica Multi-Messenger e nell'ambito della Space Situational Awareness (SSA). Tra i possibili oggetti di interesse figurano: Controparti elettromagnetiche di Onde Gravitazionali e 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 space debris. Per riassumere, le principali attività di ASTRASud saranno: gli upgrade dei radiotelescopi SRT, di Noto e Croce del Nord, nonché quello sul telescopio solare dell'OACt e l'installazione di una stazione LOFAR. Tra

questi interventi migliorativi, che verranno realizzati nei 30 mesi di proposta, bisogna considerare anche lo sviluppo di due interessantissimi strumenti ottici, per l'osservazione del cielo a grande campo di vista: il telescopio TANDEM e il prototipo di MezzoCielo. Per realizzare le attività sopra citate, il gruppo di lavoro che è stato creato conta al suo interno 6 unità operative di INAF, strategiche sia per l'elevata competenza ed esperienza delle loro figure professionali, che si andranno a coinvolgere, sia per le infrastrutture scientifiche ad alte prestazioni. La collaborazione, ormai ventennale, tra gli istituti INAF poggia le sue solide basi sui consolidati rapporti tra coordinatori di progetto, ma anche tra il personale tecnico ed amministrativo. Un ampio ventaglio di temi ed azioni da intraprendere, richiede per definizione un gruppo di lavoro eterogeneo e multi-funzionale, che, da un punto di vista scientifico, avrà la possibilità di ampliare ulteriormente le proprie competenze, in termini di gestione e pianificazione delle attività, nonché un arricchimento del proprio know-how, anche grazie al lavoro di squadra e alla necessità di condividere informazioni e conoscenze a vari livelli. Inoltre, studenti, dottorandi, giovani ricercatori e scienziati potranno essere indirettamente coinvolti, grazie all'utilizzo dei risultati di ASTRASud per i loro studi e ricerche, potendo contare su prestazioni migliorate e di altissimo livello. Fondamentale sarà il lavoro di squadra, che porterà ad una maggiore coesione sul posto di lavoro, consentendo di sviluppare competenze interpersonali e facendo emergere la propensione individuale a mettersi in gioco. Nella primissima fase di progettazione della proposta ASTRASud è stata svolta un'attenta analisi dei bisogni, che ha visto il coinvolgimento di tutto il gruppo di lavoro, alla luce della quale è emersa una pianificazione pari a 30 mesi. Sono state considerate le esperienze legate al PON e al PNRR: dai tipi di gare d'appalto da svolgere e procedure amministrative coinvolte, alle possibili fonti di rischio, sia tecnico-scientifiche, che gestionali. Con questi presupposti, la proposta è stata strutturata in 6 Work Packages (WP): il primo è relativo al management generale del progetto, alla rendicontazione e alla disseminazione delle attività e dei risultati raggiunti; il secondo e il terzo WP sono relativi agli upgrade delle infrastrutture radio e ottiche, necessari per sviluppare la parte di servizio e di ricerca scientifica, che sono a loro volta pianificate rispettivamente nel WP4 (monitoraggio dei detriti spaziali), WP5 (Space Weather) e WP6 (Astronomia multi-messaggera). Trasversalmente ad alcuni WP, è possibile evidenziare l'utilizzo di tecnologie abilitanti fondamentali (Key Enabling Technologies - KETs) come micro/nanoelettronica, materiali avanzati, fotonica, intelligenza artificiale e machine learning per sviluppare ricevitori radioastronomici, sistemi ottici per segnali RF e algoritmi predittivi. Fortemente strategico per la realizzazione del progetto ed impattante su aspetti di competitività a livello internazionale, è senza dubbio il coinvolgimento delle aziende, in particolare delle piccole e medie imprese (PMI) del Mezzogiorno. Negli ambiti della difesa, dell'aerospazio e della ricerca scientifica, la collaborazione con le aziende del settore darà vita ad innovazione, trasferimento tecnologico e ricadute applicative in molteplici settori: hardware, software e sviluppo di algoritmi, progettazione di nuovi sensori ed apparati di ricerca, ecc. In questo panorama scientifico, le imprese italiane hanno mostrato un notevole interesse a partecipare, attratti dall'innovazione tecnologica proposta in questo progetto e volendo contribuire allo sviluppo di componenti ad alta tecnologia, come ricevitori radiofrequenza, progettazione telescopi, link ottici e infrastrutture per il monitoraggio dello spazio. Alcune aziende, contattate grazie all'OpenDay organizzato da INAF, svolgono attività di Space Traffic Management, altre sviluppano algoritmi, per evitare collisioni in orbita; nel settore dell'astronomia multi-messaggera, il contributo delle PMI va dalla progettazione allo sviluppo di tecnologie avanzate, come sistemi di acquisizione e trattamento dati in tempo reale, infrastrutture distribuite per la raccolta e l'elaborazione di grandi volumi di dati. La collaborazione tra il mondo della ricerca e quello delle imprese consentirà una contaminazione virtuosa, che produrrà un impatto significativo a livello di innovazione tecnologica sperimentale. Le collaborazioni con il settore privato proseguiranno anche dopo la conclusione delle attività progettuali, poiché nel corso degli anni queste infrastrutture richiederanno interventi di manutenzione e assistenza, per garantire la durabilità delle azioni svolte dagli istituti coinvolti. A livello economico, questa proposta rappresenta ovviamente un ingente afflusso di risorse, disponibili per investimenti, posti di lavoro e assunzioni di personale tecnico e scientifico, con una prevalenza superiore all'85% al Sud. Questo movimento di risorse finanziarie rappresenta una grande opportunità per il mondo della ricerca e permetterà di innovare le infrastrutture e la strumentazione scientifica, per essere competitivi a più livelli. Nel redigere il budget del progetto sono stati tenuti in considerazione diversi elementi, tra cui la fluttuazione dei prezzi, mentre, per quanto riguarda il costo del personale, ci si è attenuti alle tabelle stipendiali INAF; per gli interventi di edilizia, sono stati considerati i costi previsti dai prezziari regionali, e relativamente alla strumentazione scientifica sono stati richiesti preventivi, per analizzare l'andamento del mercato, o ci si è basati sull'esperienza passata di acquisti analoghi. Per i lavori, forniture e servizi si sono considerati i costi di progettazione, sviluppo, direzione lavori e sicurezza, così come il rispetto dei CAM e DNSH. Molte opere, che si andranno a realizzare, ridurranno i consumi energetici, sia perché le nuove componentistiche avranno un rendimento energetico più elevato, ma anche perché la remotizzazione degli strumenti ridurranno gli spostamenti del personale e quindi ridurranno l'impatto di CO2 nei trasporti privati e per la climatizzazione degli uffici. La grande sensibilità delle

antenne INAF, rispetto ad altri radar europei, permette di lavorare con valori di potenza di trasmissione contenuta, riducendo i consumi e le emissioni elettromagnetiche. Grazie alle attività di promozione del progetto e disseminazione dei risultati, gli aspetti innovativi sviluppati saranno resi disponibili a più livelli e diverse tipologie di stakeholder territoriali, nazionali e internazionali. Tutto ciò porrà l'attenzione sul settore, sulle attività di INAF e sulle nuove frontiere tecnologiche, nonché sulla conoscenza della popolazione orbitale, sensibilizzando anche sulla questione, ancora poco nota, della produzione mondiale di "spazzatura spaziale" e, in particolare, alle esigenze di difesa e protezione di territori e popolazioni, nei rari, ma a volte improvvisi, eventi di rientro e caduta di detriti di grandi dimensioni. L'impatto del progetto e i suoi risultati saranno analizzati a più livelli, in base ai soggetti e agli attori coinvolti, considerando tre connotazioni: scientifica, economica e sociale. L'impatto più evidente, che questa proposta avrà, sarà principalmente quello a livello scientifico: sviluppo di nuove tecnologie, aumento della rilevanza istituzionale di INAF nel mondo della ricerca scientifica, accompagnato da un aumento delle pubblicazioni sulle attività e sui risultati ottenuti con gli interventi previsti, con un aumento delle competenze tecniche, amministrative e gestionali del personale interno. Questo approccio alla valutazione d'impatto, analizzato attraverso una visione "macro-micro", nasce dall'importanza di disporre di una sicurezza spaziale internazionale efficiente, di buone interconnessioni con le reti territoriali e il panorama aziendale, che saranno attivati e, a livello micro, di valorizzare le risorse umane che lavorano alle attività previste. In primo luogo, questo progetto avrà un impatto enorme a livello nazionale e internazionale, in termini di sicurezza spaziale. Grazie alla rilevanza tecnico-scientifica acquisita dalle infrastrutture esistenti, l'INAF sarà parte attiva nella mappatura dei detriti spaziali e nella sicurezza spaziale, sia per il proprio territorio nazionale che a livello globale. Le attività previste dal progetto si svolgeranno in diversi territori, con una forte prevalenza nel Mezzogiorno. Le risorse disponibili consentiranno di mantenere personale tecnico-scientifico specializzato in diversi settori, che arricchirà il tessuto sociale delle unità operative coinvolte. Grazie ai bandi di gara, che saranno pubblicati a livello nazionale e, se previsto, europeo, saranno coinvolte aziende specializzate in diversi settori. Queste aziende trarranno beneficio dalla partecipazione al progetto, sia in termini economici che in termini di accrescimento delle competenze tecnico-specialistiche. La gestione complessiva di ASTRASud prevede il monitoraggio costante dell'avanzamento delle attività, grazie all'utilizzo di strumenti di controllo e tempistiche ben scandite. Per garantire un buon controllo, quest'ultimo avverrà sulla base di tre indicatori complementari: (i) indicatori di ambito, ovvero il numero di deliverable e dei prodotti completati sul totale previsto; (ii) indicatori di tempo, inteso come varianza del tempo effettivo di raggiungimento delle milestone delle varie attività del progetto, rispetto al programma, o schedula prevista; (iii) indicatori di costo, per ciascuna voce di spesa prevista a budget, verrà monitorata l'effettiva spesa.

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.

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.

EMILIA-ROMAGNA, VENETO

➤ 11C3.3.3 – Regioni di localizzazione del progetto

Come avviene ormai da tempo, i ricercatori delle sedi del Nord continueranno a collaborare in stretta sinergia e continuità operativa con i colleghi delle strutture del Mezzogiorno. Esiste infatti una forte contaminazione positiva, sia umana, che tecnologica, già attiva tra le due aree, che verrà ulteriormente potenziata e strutturata all'interno del presente progetto. In particolare, sul piano delle risorse umane e del trasferimento di competenze, è previsto un affiancamento formativo e operativo tra gruppi del Nord e colleghi della stazione radioastronomica di Noto, che per la prima volta saranno coinvolti in attività complesse legate al monitoraggio dei detriti spaziali, dalla raccolta dei dati, all'interpretazione degli stessi. Analogamente, gli algoritmi sviluppati presso la Croce del Nord, per applicazioni astrofisiche e per il tracciamento di oggetti orbitanti, verranno riadattati e trasferiti ai nuovi sensori installati nelle infrastrutture del Mezzogiorno. Le competenze maturate a Padova e Bologna, nella progettazione e gestione di sistemi ottici a grande campo, saranno trasferite a supporto dello sviluppo e della gestione dei telescopi MezzoCielo e TANDEM rispettivamente. Inoltre, gli studi e le esperienze, acquisite a Medicina, nella realizzazione di ricevitori ad alta frequenza saranno messi a disposizione e condivisi con il team di Cagliari, a supporto dell'evoluzione strumentale del Sardinia Radio Telescope. Questo processo rappresenta un vero e proprio trasferimento integrato di conoscenze, tecnologie, metodologie osservative e progettualità, che contribuirà ad un rafforzamento scientifico e tecnologico delle sedi del Sud, permettendo loro di affrontare nuovi ambiti di ricerca, finora poco esplorati, con una ricaduta concreta in termini di crescita, autonomia e competitività. Il potenziamento e l'attivazione delle infrastrutture di ricerca, previsti nel Sud Italia, avrà come sperabile conseguenza l'assunzione e, in prospettiva, la possibilità di stabilizzazione di personale tecnico e scientifico altamente qualificato, contribuendo alla creazione di nuove opportunità occupazionali nei territori coinvolti. Parallelamente, il progetto mira a rafforzare la capacità di attrazione di investimenti, rendendo i siti meridionali nodi strategici all'interno delle reti europee e internazionali di monitoraggio spaziale, come EU-SST e le reti dedicate allo Space Weather, o per la ricerca scientifica, soprattutto nel campo dell'astronomia multimessaggera. Il progetto ASTRASud amplierà tutte queste sinergie, già esistenti, aumentando la produzione scientifica e promuovendo la crescita professionale dei ricercatori coinvolti, a beneficio dell'INAF e del sistema nazionale della ricerca. Infine, il progetto prevede attività di outreach, formazione avanzata e open innovation, con l'obiettivo di coinvolgere studenti, giovani ricercatori e attori industriali nei processi di innovazione, stimolando lo sviluppo scientifico-tecnologico dinamico e inclusivo nel Mezzogiorno.

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

Germano

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

Bianchi

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

BNCGMN71P27E289D

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

germano.bianchi@inaf.it

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

0516965827

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

ASTRASud_CV Coordinatore Scientifico_Bianchi_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Coordinatore Scientifico_Bianchi_signed_signed.pdf

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

Stazione di Medicina

Referente amministrativo del progetto

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

Italiana

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

Elvio

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

Velardo

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

VLRLVE73L08F839P

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

elvio.velardo@inaf.it

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

0516399404

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

ASTRASud_CV Responsabile Amministrativo_Velardo_signed.pdf

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

ASTRASud_Incarico Responsabile Amministrativo_Velardo_signed_signed.pdf

Manager dell'infrastruttura

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

Il Project Manager (PM) è una figura professionale altamente qualificata, che verrà assunta da INAF con un contratto a tempo determinato per l'intera durata del progetto. Definirà un appropriato processo di controllo della configurazione, attraverso l'implementazione di un Sistema di Gestione della Documentazione (DMS) aggiornato in tempo reale, e sarà responsabile della qualità e delle performance del progetto.

OBIETTIVI E FINALITÀ DEL PROGETTO

Obiettivo generale del progetto

➤ 11C7: Obiettivo e finalità del progetto

Visione e finalità del progetto. 8000 car.

Il progetto ASTRASud “Aerospazio, Space weather, Tecnologia per la Ricerca Astrofisica multi-messaggera nel Sud” nasce per fornire un importante contributo, a livello mondiale, alle attività di sorveglianza e difesa spaziale, con una strategia multibanda, in ambito SSA (Space Situational Awareness), nonché allo studio dei fenomeni astrofisici, attraverso un approccio multi-messaggero, sfruttando così, per entrambi gli ambiti, le stesse infrastrutture e rafforzando la competitività tecnologiche e scientifiche. Tra i bisogni rilevati dal gruppo di lavoro, che sono alla base di questa proposta progettuale, c'è la necessità di promuovere l'avanzamento tecnologico delle imprese legate al settore, attraverso lo scambio di conoscenze, la promozione della loro partecipazione attiva alle attività di ricerca e innovazione, nonché lo sviluppo delle competenze territoriali, soprattutto nel Mezzogiorno. Il progetto è strutturato in modo da contribuire in maniera approfondita e avanzata a 3 macro-settori di attività di INAF: (1) monitoraggio dei detriti spaziali, (2) space weather, (3) astronomia multi-messaggera. Per fare questo occorre aggiornare le infrastrutture radio e ottiche dell'INAF, per un loro uso duale di ricerca astronomica, ma anche di servizio per la comunità. Per tale motivo, il progetto ASTRASud propone l'aggiornamento dei radiotelescopi e dei telescopi dell'Istituto Nazionale di Astrofisica, operanti nel Sud Italia. Si andranno anche a svolgere minori aggiornamenti sulla Croce del Nord in Emilia Romagna, già ampiamente potenziata con i fondi PNRR NG-Croce, ma che necessita di un ampliamento della superficie riflettente fatta da sottili fili di acciaio, per poter sfruttare tutta la propria sensibilità. Nello specifico gli strumenti che si andranno ad aggiornare saranno: il Sardinia Radio telescope (SRT), l'antenna parabolica di Noto (SR), il telescopio solare di Catania (CT) e la Croce del Nord di Medicina (BO). Inoltre se ne aggiungeranno di nuovi: il telescopio TANDEM, che sarà installato al GAL Hassin presso Isnello (PA), il telescopio a grande campo di vista MezzoCielo, che sarà installato a Sos Enattos in Sardegna e infine una stazione LOFAR presso la stazione radioastronomica di Noto. Il potenziamento delle infrastrutture INAF esistenti, unito all'integrazione di nuovi sensori, consentirà all'Italia di disporre di una rete unica e altamente performante per il monitoraggio e la sorveglianza spaziale, in grado di operare in ambito dual use e di supportare una ricerca astronomica di alto livello internazionale. Andando meglio a dettagliare, gli obiettivi principali che si pone il progetto ASTRASud sono: (1) Migliorare il servizio di supporto alla difesa delle infrastrutture spaziali, proponendo sensori altamente performanti (sia come campo di vista, ma anche in sensibilità) per la rete di monitoraggio europea “European Space Surveillance and Tracking” (EUSST) e algoritmi capaci di prendere misure da diversi sensori, elaborarle assieme e fornire una stima orbitale più precise di almeno un ordine di grandezza (l'obiettivo è arrivare ad una precisione angolare di 0.001 gradi, attualmente si arriva a 0.01 gradi). Questo fornirebbe i seguenti vantaggi: (i) un importante contributo al servizio di “collision avoidance” per gli stakeholders (operatori satellitari in primis), che avrebbero la possibilità di manovrare i satelliti con minore indecisione (si rammenta che ogni manovra in orbita implica consumo di propellente, quindi maggiori sono le manovre che si andranno ad eseguire per evitare collisioni, minore sarà la vita operativa del satellite); (ii) arricchire il catalogo europeo degli oggetti orbitanti, con dei nuovi di più piccole dimensioni, attualmente invisibili ai sensori europei, in quanto non dispongono delle elevate sensibilità dei radiotelescopi dell'INAF; (iii) migliorare il servizio EUSST di rientro, sfruttando i grandi campi di vista dei telescopi ottici. Si potranno seguire questi oggetti, tracciarne l'orbita per periodi di tempo più lunghi e propagarne l'orbita e la conseguente finestra di rientro, in modo più accurato. Inoltre, avere a disposizione tempi lunghi di osservazione, permette di misurare il periodo di rotazione dell'oggetto e il suo assetto, attraverso quelle che sono chiamate “curve di luce” (il telescopio va a vedere i periodi di massima e di minima brillantezza dell'oggetto). Conoscere l'assetto è fondamentale per la stima di rientro, perché ci fa capire quanto l'oggetto sarà fenato dall'atmosfera terrestre. Infine, un enorme contributo per la stima del rientro, lo daranno i telescopi solari, che attraverso lo studio del Sole, forniranno informazioni sul livello di densità atmosferica, che potrebbe decelerare, o meno, la velocità degli oggetti che rientrano sulla Terra e quindi modificare il punto di impatto di eventuali detriti; (iii) incrementare il servizio di

Frammentazione, con capacità di rilevare frammenti anche di piccolissime dimensioni (dell'ordine del centimetro) e catalogarli, per poi essere nuovamente monitorati nelle successive orbite. Questo grazie alle incredibili sensibilità dei sensori INAF. Per integrare nuovi sensori all'interno del Consorzio EUSST, in cui INAF già partecipa fin dalla nascita del consorzio stesso e attualmente ha a disposizione 3 sensori presenti (Croce del Nord, SRT e telescopio Cassini di Loiano), è necessario effettuare campagne di calibrazione e validazione alla fine delle attività di upgrade, da inviare poi al consorzio per le dovute valutazioni. All'interno del Consorzio EUSST, l'INAF si trova quindi ad essere in una posizione di forza, perché possiede 1/3 dei radar europei e 1 telescopio ottico con grande sensibilità, tale da rilevare oggetti di 15-20 cm in orbita geostazionaria (36.000 km); perciò le capacità di INAF in termini di contributo di numero di misure e bontà delle stesse, è già noto. (2) Nell'ambito delle attività di Climatologia Spaziale (uno dei principali pilastri legati alla sicurezza aerospaziale) si vuole integrare la "Space Weather Science" con "Space Weather Services", aumentando così efficienza, qualità e frequenza delle osservazioni solari, per dare una chiara e strutturata dimensione operativa alle osservazioni solari, che vedono protagoniste le nostre infrastrutture del Sud. In particolare si vuole investire sullo sviluppo di tecnologie innovative per imaging solare multi-banda ad alto range dinamico e alta risoluzione, configurazioni ottimizzate per osservazioni solari e servizi di Space Weather (SWx). Il potenziamento delle capacità scientifiche e industriali consentirà di offrire servizi di SWx mediante la disseminazione di prodotti osservativi (immagini solari e relativi indicatori SWx) in tempo semi-reale. INAF-OACT è uno dei principali centri italiani per lo studio del Sole e Space Weather e gestisce il Telescopio Solare di Catania (storica infrastruttura scientifica dedicata all'osservazione continua dell'atmosfera solare in banda ottica), fornendo dati alla rete europea SWESNET dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e contribuendo allo sviluppo di servizi innovativi per il monitoraggio in tempo reale e la mitigazione degli effetti del meteo spaziale su infrastrutture tecnologiche terrestri e spaziali. ASTRASud si propone di investire su questa struttura, sia in termini qualitativi di strumentazione, che quantitativi di servizi specifici per lo Space Weather. Sul fronte radio, il personale INAF-OAC e INAF-IRA è coinvolto, dal 2018, in progetti di osservazione radio-solare, sia per finalità scientifiche, che applicative, anche in collaborazione con l'Aeronautica Militare Italiana. Grazie ai progetti condotti con i grandi radiotelescopi INAF (progetto SunDish: <https://sites.google.com/inaf.it/sundish>) e i progetti di monitoraggio continuativo in Antartide (progetto Solaris: <https://sites.google.com/inaf.it/solaris>), sono state sviluppate competenze specifiche di SWx e sicurezza aerospaziale, sul piano delle tecnologie abilitanti nel settore radiofrequenze e nella produzione di dati scientifici, fornendo un contributo unico a livello internazionale. ASTRASud si propone di ottimizzare e integrare le risorse osservative esistenti, in un'ottica di sviluppo scientifico e di applicazioni per servizi nell'ambito dello SWx. Sulla base dell'esperienza acquisita in osservazioni radio-solari con le antenne INAF e applicazioni di SWx, si intende ampliare la rete, includendo il radiotelescopio di Noto (SR) e la stazione LOFAR di Noto, aumentando qualità, frequenza ed efficienza delle osservazioni. Si miglioreranno le performance di osservazione solare con i nuovi ricevitori tri-band della rete INAF, dotandoli di backend adeguati a coprire simultaneamente 6 punti spettrali full-stokes nella banda 18-116 GHz, un monitoraggio completo della cromosfera solare unico al mondo. Lo sviluppo di un sistema di gestione e disseminazione in semi-realttime dei prodotti osservativi radio-solari e ottici per applicazioni di Space Weather è tra le attività principali della proposta. (3) Tra gli obiettivi del progetto ASTRASud, nel settore dell'astronomia multi-messaggera, troviamo lo sviluppo e il potenziamento di una rete coordinata di infrastrutture osservative e sistemi di analisi, in grado di rispondere rapidamente ad allerte da eventi transienti astrofisici. ASTRASud punta ad estendere le capacità osservative verso le alte frequenze ed i grandi campi di vista per incrementare la possibilità di rilevare segnali rapidi e deboli dal radio all'ottico, nelle primissime fasi e durante l'evoluzione di quei fenomeni astrofisici altamente energetici che sono alla base dei fenomeni transienti (oggetto dell'analisi multi-messaggera). Questi obiettivi sono sinergicamente raggiunti attraverso l'implementazione di una serie di interventi complementari, tra cui: (i) estensione alla banda Q e miglioramento della sensibilità e delle capacità polarimetriche di SRT; (ii) upgrade delle capacità di puntamento e di calcolo di SRT e dell'antenna di Noto; (iii) sviluppo del telescopio MezzoCielo per il sito di Sos Enattos; (iv) sviluppo di software, strategie, algoritmi, per la gestione efficiente delle grandi moli di dati generate da queste infrastrutture. Quest'ultime saranno capaci di raccogliere nuovi segnali e informazioni da eventi multi-messaggeri (gravitazionali, elettromagnetici, particellari) e integrarli rapidamente in un unico contesto (sorgente) astrofisico. Un esempio emblematico è l'evento (del 2017) GW170817, che ha mostrato come la combinazione di onde gravitazionali e segnali elettromagnetici - dall'ultravioletto alle onde radio - abbia permesso di esplorare la fisica della materia a densità estreme, la produzione di elementi pesanti tramite processo-r e di ottenere misure indipendenti della costante di Hubble. ASTRASud intende rendere sistematica questa capacità, attraverso il potenziamento e lo sviluppo di infrastrutture che possano fornire risposte tempestive e continue nel tempo. Un punto è l'efficientamento necessario per questo scopo, sia nella direzione del miglioramento delle strategie, con la schedulazione dinamica delle osservazioni, che saranno remotizzate e robotizzate, sia sul lato dell'archiviazione selettiva e analisi veloce del dato scientifico. Dal punto di vista astronomico, questi interventi permetteranno di posizionare le infrastrutture INAF tra le

eccellenze internazionali nella rilevazione e caratterizzazione di fenomeni potenzialmente multi-messaggeri, contribuendo così alla comprensione dei fenomeni più energetici e dinamici dell'Universo. Alla luce di tutto quanto sopra descritto, dei temi e delle attività legate allo sviluppo delle infrastrutture INAF, coinvolte nei diversi settori di operatività e anche l'interesse del mondo dell'industria aerospaziale, le finalità di ASTRASud si potranno concretizzare come segue: a) Potenziamento delle capacità di monitoraggio SSA; b) sviluppo di sistemi avanzati per l'analisi e la gestione dell'informazione orbitale, finalizzati alla determinazione di caratteristiche di singoli oggetti come tumbling, previsioni sul rientro, prevenzioni delle collisioni, monitoraggio e successiva propagazione orbitale di nubi di frammenti derivanti da eventuali esplosioni in orbita, etc.; c) protezione dei satelliti europei, come uno dei possibili business per le ditte aerospaziali, che investono fondi per svolgere attività oltre l'atmosfera terrestre; d) incremento dei servizi offerti in ambito nazionale, in particolare alla Protezione Civile in situazioni di crisi, come già successo in passato per il rientro incontrollato di oggetti potenzialmente pericolosi; e) consolidamento di INAF in ambito europeo, all'interno del Consorzio EU-SST; f) rafforzamento del peso di INAF in ambito internazionale all'interno dello IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee), di cui INAF fa parte; g) miglioramento della capacità tecnico-scientifica in ambito Aerospaziale e Difesa, maturata in oltre 20 anni di continua attività di sviluppo tecnologico, algoritmico ed osservazioni dedicate; h) sviluppo degli aggiornamenti tecnologici relativi agli space debris, con ricadute scientifiche dirette anche nell'ambito dell'astrofisica; i) contaminazione positiva tra ricercatori INAF e personale qualificato all'interno delle aziende, per lo sviluppo comune di tecnologia ad alte prestazioni, così come algoritmi e metodi osservativi, creando formazione e scambio di know-how. l) sviluppo di servizi innovativi per lo Space Weather e alla sicurezza aerospaziale, come ad esempio modelli previsionali di brillamenti solari, emissioni di massa coronale e tempeste geomagnetiche, sulla base del monitoraggio radio e ottico con le infrastrutture della rete AstraSUD; m) estensione della rete VLBI (Very Long Baseline Interferometry), con il vantaggio di coprire meglio il piano uv e introdurre l'autocalibrazione di ampiezza; n) sviluppo di tecnologie da utilizzare anche in settori che coinvolgono l'elaborazione del segnale digitale e l'intelligenza artificiale. In particolare, gli algoritmi sono applicabili ad un'ampia gamma di settori, tra cui imaging medico, telerilevamento della Terra dallo spazio, esplorazione geofisica e sottomarina, e sicurezza nazionale; o) banco di prova per reti di sensori e sistemi intelligenti e tecniche di apprendimento automatico per eseguire il rilevamento in tempo reale di dati anonimi ed essere pronti a prendere rapidamente decisioni; p) installazione a Noto di una stazione LOFAR, che rafforzerà il coinvolgimento italiano nel consorzio europeo per lo studio astrofisico a bassa frequenza, aggiungendo la baseline più a sud dell'interferometro; q) potenziamento della collaborazione INAF-INGV per lo studio dello SW e della ionosfera, con applicazioni scientifiche e operative, tra cui la previsione di tempeste solari e aurore; r) realizzazione e potenziamento di strutture tecnologiche dislocate nel Mezzogiorno e rivolte all'osservazione multi-messaggera di fenomeni transienti su varie scale temporali (fra essi spiccano le sorgenti di onde gravitazionali con controparte elettromagnetica ottica e radio); s) sviluppo di strutture collegate al progetto ET-SUnLab (Einstein Telescope Sardinia Underground Laboratory) in Sardegna, futuro centro di ricerca, che sarà costruito nell'area della miniera di Sos Enattos, candidata a ospitare l'osservatorio di onde gravitazionali Einstein Telescope (ET); t) ottimizzazione delle strategie di osservazione elettromagnetica di eventi (eventualmente associati a onde gravitazionali), generati da fenomeni astrofisici responsabili della produzione di elementi pesanti, come le fusioni di stelle di neutroni (ad esempio eventi di tipo kilonova) in previsione della futura operatività dell'ET; u) potenziamento del Sardinia Radio Telescope con l'obiettivo di ampliare le sue capacità di condurre astronomia multi-messaggera.

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.*

Sono ormai noti i problemi derivanti dell'aumento di satelliti in orbita, usati per la comunicazione, la navigazione e l'osservazione della Terra dallo spazio, nonché per la tutela della sicurezza globale e della protezione ambientale, in un contesto sempre più minacciato da cambiamenti climatici, allagamenti ed incendi. Il numero di oggetti catalogati (cioè superiori ai 10 cm) sono circa 39 mila. Scontri in orbita sono sempre più frequenti, così come la caduta di oggetti, la cui media degli ultimi 15 anni si aggira sui 4-5 oggetti a settimana. A questi si sommano i problemi degli effetti dell'attività solare, che può seriamente danneggiare l'operatività dei satelliti e, di conseguenza, non permettere la fruizione dei servizi, che la rete satellitare ci fornisce costantemente. Siccome INAF ha sia specifici sensori adatti al monitoraggio di oggetti orbitanti e allo studio dello space weather, sia un'esperienza ultra decennale dei suoi ricercatori in

tali campi applicativi, con il vantaggio di far già parte del Consorzio della rete dei sensori europea di monitoraggio di oggetti orbitanti e di space weather, si ritiene che INAF abbia tutte le caratteristiche e possibilità per fornire un grande contributo al tema dell'aerospazio e difesa, fornendo misure accurate e di interesse per la comunità. In parallelo, l'INAF ha un ruolo di prim'ordine a livello internazionale anche per le sue competenze nell'astronomia multi-messaggera, ovvero lo studio coordinato di eventi astrofisici attraverso segnali diversi, come onde gravitazionali, radiazione elettromagnetica, neutrini e raggi cosmici. La competitività dell'ente e il suo sistema di sensori attuali verranno estese con le infrastrutture coinvolte nel progetto ASTRASud - dai radiotelescopi, come SRT e Noto, al nuovo telescopio ottico MezzoCielo. L'estensione della capacità osservativa, da raggiungere con ASTRASud, permetterà di rispondere in modo rapido ad allerte generate da fenomeni astrofisici inattesi e di rapida evoluzione (fenomeni transienti). Il progetto si inserisce così nel contesto della futura operatività dell'Einstein Telescope, collocandosi strategicamente anche nel territorio della Sardegna, presso il sito di Sos Enattos, candidato a ospitare l'interferometro gravitazionale di terza generazione, e contribuendo allo sviluppo del distretto scientifico e tecnologico ET-SunLab. In questo quadro, ASTRASud rafforza ulteriormente il ruolo strategico dell'Italia nel panorama scientifico internazionale, con un'ampia valorizzazione del Mezzogiorno. Chi andrà a beneficiare maggiormente delle attività che INAF andrà a promuovere e sviluppare, saranno sicuramente: gli operatori satellitari, lo Space Traffic Management e le Agenzie Spaziali che devono pianificare nuove missioni; la protezione civile nazionale, per il supporto che daremo in caso di crisi; i ricercatori e le nuove generazioni di scienziati, che avranno potenti strumenti per svolgere i propri studi sullo spazio e ciò che circonda la nostra Terra. Anche la collettività avrà, come ritorno, un utile servizio, poiché proteggere i satelliti significa infatti avere sempre a disposizione i GPS per gli spostamenti, connessione internet, previsioni meteorologiche, telecomunicazioni per comunicare con l'altra parte del mondo, o vedere in diretta sul proprio divano incontri sportivi, che si giocano in altri continenti. Oggi non possiamo più immaginare la nostra quotidianità senza questi servizi. Il progetto si realizza per quasi il 90% tra Sicilia e Sardegna, e mira a generare ricadute positive e durature per lo sviluppo economico, sociale e occupazionale del Mezzogiorno, con particolare attenzione al rafforzamento delle competenze e delle relazioni con le piccole e medie imprese del territorio, rendendo quindi l'intero contesto più attrattivo per nuovi ricercatori di vari settori ed ingegneri e permettendo inoltre di puntare su un tipo di turismo interessato alla scienza, allo spazio e all'alta tecnologia. Le infrastrutture saranno infatti visitabili, attraverso visite guidate ed organizzate dagli stessi responsabili della divulgazione locale. Per garantire durabilità al progetto, è stato definito un piano di manutenzione pluriennale volto a sostenere la continuità operativa e l'evoluzione tecnologica delle infrastrutture, che vedranno coinvolte le imprese, soprattutto del Mezzogiorno, attraverso strumenti quali accordi quadro, o gare d'appalto. Tali soggetti industriali saranno direttamente responsabili della gestione e manutenzione dei sottosistemi critici – inclusa la meccanica delle antenne e dei radiotelescopi, impianti di climatizzazione, componentistica meccanica di precisione, elettronica, nonché centri di calcolo – assicurando interventi su obsolescenza, calibrazione e aggiornamento tecnologico. Oltre agli effetti diretti sull'occupazione e sull'indotto industriale, il progetto genererà ricadute indirette di rilievo per la comunità, grazie al potenziale riutilizzo delle tecnologie sviluppate (algoritmi, intelligenza artificiale, sistemi di elaborazione dati) in ambiti ad alto impatto sociale, quali la diagnostica medica, le telecomunicazioni e l'automazione dei processi. Un ruolo chiave nella creazione dell'impatto di ASTRASud, a più livelli, è svolto dalle attività di disseminazione e divulgazione: i due eventi pubblici, che prevedono il coinvolgimento degli stakeholders dei vari settori, la creazione e condivisione di contenuti sui social media delle UO coinvolte, e la pubblicazione di video didattico-promozionali, contribuiranno all'aumento di interesse nei confronti del settore dell'astrofisica, nonché un avvicinamento ai temi affrontati da parte di ampie fasce di popolazione. Grazie al coinvolgimento dei Centri Visite delle UO e delle aperture spesso previste dagli Osservatori, il progetto e i suoi risultati potranno essere promossi anche tra le varie tipologie di visitatori, in particolare con le scuole. Il coinvolgimento delle scuole nell'ambito dell'astrofisica rappresenta un'opportunità fondamentale per stimolare la curiosità scientifica fin dalla giovane età e promuovere una cultura inclusiva e paritaria. In particolare, è essenziale sviluppare percorsi educativi che avvicinino le bambine alla scienza e alla tecnologia, contrastando stereotipi di genere ancora presenti e valorizzando il loro potenziale, attraverso laboratori interattivi, incontri con astrofisiche ed ingegnere, attività pratiche legate all'osservazione del cielo e alla scoperta dell'universo, anche grazie all'acquisizione di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale all'interno di ASTRASud. In conclusione, gli aggiornamenti infrastrutturali previsti consentiranno un significativo avanzamento nella qualità della ricerca scientifica, permettendo l'osservazione di sorgenti astrofisiche più deboli e remote, nonché una risoluzione senza precedenti dei dettagli strutturali dell'universo. Tali miglioramenti si tradurranno anche in un potenziamento dei servizi di protezione spaziale, attraverso misurazioni orbitali più precise e un affinamento delle capacità di previsione di collisioni e rientri in atmosfera. Il progetto contribuirà, inoltre, a rafforzare il ruolo del Mezzogiorno nel panorama scientifico e tecnologico internazionale, consolidando

le collaborazioni esistenti e aprendo nuove prospettive all'interno di gruppi e consorzi di rilevanza strategica per il Paese. Il tutto condiviso, con modalità e tempistiche diverse (centri visite, social media, siti istituzionali, ecc.), con ampie fasce di popolazione e settori di interesse.

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

Il progetto ASTRASud può contare su numerose sinergie con precedenti progetti PNRR e PON. Relativamente al PNRR NG-Croce, si ripropone il tema del monitoraggio delle infrastrutture spaziali, ampliandolo alle regioni del Sud. Viene quindi data continuità al tema dell'Aerospazio e Difesa, per consolidare gli investimenti fatti nel PNRR e per continuare a sviluppare le attività che il personale TD sta ancora svolgendo. Si considerano fondamentali nuovi finanziamenti per poter mantenere il personale acquisito e per potenziare ulteriormente le infrastrutture INAF, questa volta ubicate nel Mezzogiorno, per continuare a fornire supporto operativo al Consorzio EUSST. Tramite la Croce del Nord, nell'ambito di ASTRASud, proseguiranno il monitoraggio dei detriti spaziali e lo sviluppo di software e algoritmi specifici (per esempio, determinazione orbitale, correlazione, ecc.), da parte del personale TD, trasferendo così questa esperienza ai sensori INAF, che verranno aggiornati nel Sud. Ciò consentirà uno sviluppo più rapido ed efficace delle architetture, poiché il periodo di formazione del personale TD è già stato completato nell'ambito del PNRR. L'antenna parabolica di Noto, già inclusa nel PNRR NG-Croce, rappresenta una risorsa strategica che, con ASTRASud, verrà ulteriormente valorizzata. Infatti nel PNRR era stato installato il ricevitore in banda-P per poter ricevere gli echi radar riflessi dai satelliti e si era installato un server per il processing dei dati e per la realizzazione del sistema di tasking per il puntamento dell'antenna; con ASTRASud si vuole installare un centro di calcolo dedicato alle attività di Space Surveillance and Tracking, in grado di supportare operazioni complesse e analisi avanzate in tempo reale dei segnali acquisiti con il radiotelescopio. Sempre nel PNRR NG-Croce, sono stati rifatti gli impianti elettrici e meccanici, presso la Stazione di Noto. Questi lavori "preparatori" sono stati indispensabili e semplificheranno l'installazione della stazione LOFAR come previsto all'interno di ASTRASud. Con fondi PNRR il consorzio GARR ha aggiornato la sua infrastruttura portando il collegamento dati della Stazione di Noto e di SRT a 100 Gbit/sec. Quest'aumento di banda consentirà di collegare la stazione LOFAR alla rete europea consentendone un pieno sfruttamento. All'interno del progetto PNRR NG-Croce sono stati sviluppati codici per la rivelazione di eventi transienti veloci, da applicarsi alla Croce del Nord e al nuovo radiotelescopio CHORD, localizzato in Canada e anch'esso sviluppato nel quadro del PNRR NG-Croce. Il progetto ASTRASud potrà raccogliere il testimone di questi studi, in due direzioni entrambe perfettamente sinergiche con le attività del summenzionato PNRR NG-Croce: da un lato si potranno sfruttare le expertise sviluppate dal personale, che era stato acquisito all'interno del progetto PNRR NG-Croce; e dall'altro lato si potranno utilizzare osservazioni effettuate con CHORD, per completare la copertura temporale di eventi transienti veloci, che avranno luogo in orari in cui saranno visibili dagli strumenti sviluppati, o potenziati, in questo progetto. Relativamente al progetto PNRR Einstein Telescope Infrastructure Consortium (ETIC), l'Osservatorio di Padova (OAPd) partecipa attraverso il Laboratorio Nazionale per Ottiche Adattive "ADONI", contribuendo alla realizzazione di un sistema innovativo per il controllo attivo degli specchi dell'interferometro gravitazionale Einstein Telescope (ET). L'attività è parte della più ampia strategia di ADONI volta al trasferimento delle tecnologie ottiche, sviluppate in ambito astronomico, verso settori scientifici ad alta specializzazione, come quello degli interferometri per le onde gravitazionali. Il contributo dell'OAPd è centrato sullo sviluppo e la calibrazione dello specchio deformabile, che costituisce il cuore dell'esperimento. Questo sistema ha lo scopo di modulare spazialmente, mediante un fascio laser IR, la temperatura superficiale di un campione mimante lo specchio di ET, per correggerne attivamente le deformazioni. Queste attività ben si combinano con il focus di ASTRASud sull'astronomia multi-messaggera, in particolare alle attività per ET previste in Sardegna. Le attività sviluppate nel progetto PNRR Strengthening the Italian leadership in ELT and SKA (STILES) sono sinergiche con gli obiettivi scientifici e tecnologici di ASTRASud, in particolare, l'analisi di immagini raccolte da telescopi a Terra è comune ad entrambi i progetti. Le competenze maturate nell'ambito STILES per l'analisi dei dati per ELT saranno trasferite alle pipeline osservative e scientifiche di MezzoCielo, ottimizzando la capacità del sistema di identificare e caratterizzare eventi transienti. Le infrastrutture di calcolo e i flussi software, sviluppati per la gestione e il trattamento di grandi volumi di dati, in tempo reale, tipici dell'ottica adattiva, sviluppati in STILES, trovano applicazione diretta nelle esigenze operative di MezzoCielo, che si baserà su acquisizione ad alta cadenza e risposta rapida alle allerte originati da canali multi-messaggeri. L'investimento di STILES nella formazione di personale tecnico e scientifico si pone in piena continuità con la strategia di ASTRASud di rafforzamento delle risorse umane. L'Osservatorio di Palermo ha sviluppato competenze fondamentali in tecnologia dell'informazione e algoritmi per l'analisi di dati astronomici, grazie agli investimenti del progetto STILES. Questa expertise è e sarà cruciale per il progetto ASTRASud, dal momento che tali conoscenze permettono di proseguire nello sviluppo di algoritmi specifici per la

caratterizzazione dei detriti spaziali, affinando la loro traiettoria, le proprietà rotazionali e migliorando la previsione di collisioni.

➤ **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 , B) Azione II.1 Infrastrutture di Ricerca del PON Ricerca e Innovazione 2014-2020

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

In un mondo caratterizzato da una sempre maggiore complessità e trasversalità delle tecnologie, le aziende devono aprirsi a nuovi modi di fare innovazione, basati sull'integrazione delle conoscenze e sulla cooperazione. Su questo principio si basa il concetto di Open Innovation, che spinge i soggetti coinvolti nella ricerca a guardare all'esterno in maniera strategica, riconoscendo che spesso le migliori menti innovative, soprattutto in ambiti futuribili e non ancora core, si trovano nell'ambito della ricerca pubblica, specie quando occorre ampio accesso alla ricerca di base, che solo le istituzioni universitarie, o di ricerca possono fornire. INAF, pertanto, si configura come un soggetto ideale di collaborazione in ambito Open Innovation: proprio con il proposito di aumentare la collaborazione, la trasparenza e la condivisione della conoscenza, INAF sta sviluppando policy in ambito Open Innovation, ma anche Open Science. Entrambe, infatti, condividono una visione comune, dove l'Open Science è necessariamente precursore dell'Open Innovation e si fonda sull'accessibilità di dati, pubblicazioni, software e metodologie scientifiche, mentre l'Open Innovation amplia questa logica al mondo produttivo, coinvolgendo attivamente imprese, istituzioni e cittadini nella generazione di valore a partire dalla ricerca. In questo senso, l'Open Science rappresenta la base culturale e infrastrutturale su cui l'Open Innovation può innestarsi, facilitando il trasferimento tecnologico, la nascita di spin-off, l'utilizzo dei big data e lo sviluppo di soluzioni condivise a problemi complessi. Per enti come INAF, il legame tra le due dimensioni è strategico: le politiche di accesso aperto e le collaborazioni interdisciplinari diventano strumenti essenziali per trasformare la ricerca scientifica in innovazione sociale, industriale e ambientale. Per questo dal 19 dicembre 2018, con la delibera n. 115/2018, INAF ha avviato una Policy di Open Access che obbliga tutto il personale a depositare i risultati della ricerca (articoli, dataset, software, brevetti, ecc.) nel repository istituzionale OA@INAF: un deposito interoperabile con il MIUR e archivi disciplinari, e supportato da un Ufficio dedicato che fornisce formazione e assistenza. I dati osservativi vengono resi pubblici dopo un embargo (di norma 1 anno), secondo i principi di accessibilità aperta. Per INAF Open Innovation significa da un lato mettere in pratica l'Open Science con infrastrutture, formazione e policy chiare, che incoraggiano la diffusione e il riutilizzo della conoscenza, dall'altro partecipare e collaborare con altri istituti nazionali e internazionali (università, fondazioni, industrie, organismi ed iniziative, sia europee, che internazionali), configurandosi come uno degli istituti di ricerca più attivi nell'ambito delle collaborazioni su scala mondiale. Tale politica si integra con i grandi progetti di innovazione (PNRR, GARR, Spoke HPC) e con le collaborazioni con industrie, creando un ecosistema aperto e interconnesso. Tra gli strumenti dell'Open Innovation attivati da INAF troviamo: il workshop (Call for Ideas) "Expanding Horizons in Italy" svoltosi a Roma il 15 e 16 maggio 2025 presso la sede di Monte Mario (<https://indico.ict.inaf.it/event/3202/>); la SKA Data Challenge, attività di INAF che coinvolge in particolare l'Istituto di Radioastronomia, l'Osservatorio di Catania e l'Osservatorio di Cagliari (<https://www.skao.int/en/science-users/160/data-challenges>); gli "Innovation Grant" in cui, all'interno del Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum Computing (fondazione ICSC), INAF ha condotto attività di collaborazione con industrie nazionali come Sogei, Leonardo, Unipol Sai, Intesa San Paolo; inoltre anche l'Osservatorio Astronomico di Padova è coinvolto in fellowship di ricerca collaborativa, come il contatto Fellowship (Co.Co.Co) finanziato da SIFI (EyeCare) di 2 anni (2009-2011), nell'ambito del progetto WATERFALL. Infine, INAF in Sicilia aderisce al distretto Micronano. Queste iniziative mirano a creare un ecosistema integrato fra scienza avanzata, imprese tecnologiche, infrastrutture digitali, territori regionali e formazione, con l'obiettivo di generare valore scientifico, tecnologico, economico e sociale a livello nazionale e internazionale.

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

Ulteriori strumenti verranno attivati in futuro allo scopo di facilitare lo scambio e aumentare la collaborazione. Tra questi verranno attivate piattaforme digitali per la condivisione aperta di dati e modelli; inoltre INAF è partner del nascente Nodo Italiano di EOSC e con USC-C si sta pensando di organizzare per il 2026 Hackathon tematici su HPC, machine Learning e AI. Nell'ambito della collaborazione tra INAF-Osservatorio Astronomico di Padova, per il 41esimo ciclo del Dottorato in forma associata in Tecnologie per la Ricerca Fondamentale in Fisica e Astrofisica all'Università degli Studi di

Padova, sta per essere attivata una Borsa di Dottorato di 3 anni finanziata da OFFICINA STELLARE, con data di inizio 01/11/2025, dal titolo "Space Situational Awareness and Characterisation of Resident Space Objects Using Optical Techniques".

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

Mediante l'ampliamento e il potenziamento delle Infrastrutture di Ricerca dell'INAF, il progetto ASTRASud mira a generare e trasferire innovazione e conoscenza alle imprese attraverso meccanismi collaborativi strutturati, garantendo un impatto diretto sulla loro competitività e sullo sviluppo tecnologico del nostro Paese. A livello nazionale e macro-regionale (Mezzogiorno), l'aerospazio è riconosciuto come settore ad alta intensità tecnologica e strategico per la competitività del tessuto economico-aziendale. ASTRASud, focalizzandosi su ambiti come l'osservazione spaziale, il monitoraggio dei detriti spaziali e lo Space Weather, contribuisce direttamente a priorità nazionali quali: a) Tecnologie abilitanti per l'Industria aerospaziale. Lo sviluppo di nuovi telescopi, sistemi opto-meccanici e opto-elettronici avanzati, elettronica di precisione e algoritmi di intelligenza artificiale per l'elaborazione dati rappresentano un progresso tecnologico cruciale per l'intera filiera; b) Sicurezza e sostenibilità dello spazio. Le attività legate al monitoraggio dei detriti spaziali e allo Space Weather sono fondamentali per garantire un utilizzo sicuro e sostenibile dello spazio, ovvero un obiettivo condiviso a livello europeo e nazionale; c) Potenziamento del capitale umano e trasferimento tecnologico. La collaborazione diretta con le PMI, attraverso programmi di co-progettazione e formazione, favorisce l'innalzamento delle competenze e il trasferimento di know-how dall'IR all'industria. I meccanismi individuati di creazione e trasferimento di innovazione verso le imprese, si concentrano su diverse tipologie di iniziative, che spaziano dal trasferimento tecnologico, alla formazione del capitale umano, in linea con quanto previsto dal bando e come si dettaglia nel seguito: 1- PROGRAMMI DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO E SVILUPPO CONGIUNTO, che mirano alla creazione di conoscenza e innovazione per le imprese e verranno implementati tramite lo sviluppo congiunto di prototipi, sistemi e metodologie avanzate. Nello specifico: (i) Progettazione e ottimizzazione di sistemi opto-meccanici - la collaborazione con H.S.T. SRL per il dimostratore del telescopio MezzoCielo è un esempio chiave. Verranno studiati processi produttivi automatizzati, per assicurare elevate prestazioni di integrazione e di produttività. Il progetto, sviluppato in concurrent engineering con INAF, porterà vantaggi sia per la fase realizzativa, che per la crescita delle competenze aziendali, con benefici futuri. Sono attese anche ricadute positive su tutto territorio nazionale e sulle altre aziende della filiera dell'ottica di precisione ed astronomica; (ii) Sistemi elettronici avanzati - con Sanitas EG srl, si procederà allo sviluppo di sistemi per l'acquisizione analogico/digitale multicanale ad altissima data rate, essenziali per il processing di echi radar da satelliti nelle osservazioni SST. La Società Aerospaziale Mediterranea Scrl contribuirà con lo sviluppo di sistemi elettronici ad alta e bassa frequenza, per ricevitori radioastronomici a microonde e sistemi paralleli di acquisizione e processamento immagini ad alte prestazioni; (iii) Innovazione nei sistemi di trasmissione RF - la collaborazione con E.s.sat è volta alla ricerca di soluzioni tecnologiche all'avanguardia per sistemi trasmettenti innovativi, per irradiare oggetti orbitanti, con ricadute dirette sull'upgrade dei radiotelescopi INAF e sui test di algoritmi radar multistatici, tramite le antenne riceventi di E.s.sat.; (iv) Ricerca e Sviluppo in Optoelettronica - nel rapporto con la ditta Optorad, INAF metterà a disposizione laboratori e strumentazione per la R&D su link ottici dedicati alla trasmissione di segnali RF a larga banda (fino a 18 GHz) e lo sviluppo, a basso costo, di prodotti con parametri ottimali per applicazioni radioastronomiche. 2 - PROGRAMMI DI SCAMBIO DI TECNOLOGIE, DATI E KNOW-HOW per promuovere la diffusione di competenze e dati scientifici per accelerare lo sviluppo tecnologico delle imprese. Nel dettaglio: (i) Algoritmi avanzati e intelligenza artificiale - con ALKEMY SpA, si svilupperanno sistemi di calcolo e algoritmi di processing dati, inclusi algoritmi di intelligenza artificiale (genetici e reti neurali) per lo scheduling dinamico e soluzioni hardware/software, per la rilevazione in tempo reale di dati anomali tramite machine learning; (ii) Ingegneria del software e gestione dati - con INKODE soc. coop. si lavorerà allo sviluppo di componenti di ingegneria del software, ingegnerizzazione delle pipeline di elaborazione, archiviazione e metadattazione dei prodotti osservativi (standard Open/FAIR data) e alla creazione di un portale web per la disseminazione dei dati dello Space Weather, con impatto diretto sulla sicurezza e tecnologia; (iii) Analisi dati radio-solari e space weather - con HoB s.r.l. il focus sarà sulla progettazione e implementazione di un sistema per la gestione e disseminazione dei prodotti osservativi radio-solari per applicazioni di Space Weather e sicurezza aerospaziale, in particolare con pipeline di secondo livello per l'analisi automatizzata di immagini radio e spettri dinamici tramite AI e machine learning. Con ALTEC SpA si potenzierà il

"Centro Eliosferico", migliorando i sistemi di monitoraggio per prevedere eventi di Space Weather, con ricadute sulla salvaguardia di sistemi satellitari e protezione umana nell'esplorazione spaziale, grazie alla condivisione di dati scientifici e expertise; (iv) Validazione e ottimizzazione di algoritmi di collision avoidance - la collaborazione con Ecosmic si focalizzerà sul test degli algoritmi del software SAFE di Ecosmic con dati reali forniti da INAF. Questo permetterà a Ecosmic di validare e perfezionare il proprio software per la stima di collisioni in orbita, con un impatto diretto sulla sostenibilità delle attività spaziali di INAF e sull'applicazione nel servizio EUSST di Collision Avoidance; (v) Condivisione dati e formazione su detriti spaziali - con SpaceDys si collaborerà per la formazione del personale e la condivisione di un'ampia quantità di dati per il training di algoritmi di machine learning. Questa interazione favorirà il trasferimento di competenze avanzate nel campo dell'intelligenza artificiale applicata allo studio dei detriti e degli oggetti spaziali. 3 - PROGRAMMI DI FORMAZIONE E SVILUPPO DEL CAPITALE UMANO per promuovere la crescita delle competenze, sia all'interno dell'IR, che nelle imprese, attraverso la reciproca interazione. Ad esempio: (i) Scambio di competenze e sviluppo professionale - il lavoro congiunto con partner come ALKEMY e SpaceDys favorirà lo scambio continuo di conoscenze tra il personale dei soggetti coinvolti, creando un ambiente di crescita e sviluppo reciproco e rafforzando le competenze nel campo dell'IA e del processing dati; (ii) Co-localizzazione e Accrescimento delle Competenze Locali - la fondazione Gal Hassin metterà a disposizione il sito e la piattaforma per l'installazione e il commissioning del telescopio TANDEM. Questo coinvolgimento diretto faciliterà il trasferimento di competenze per l'installazione e l'operatività del telescopio, arricchendo le capacità locali.

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

Il coinvolgimento delle imprese nel progetto ASTRASud è stato delineato attraverso un approccio proattivo, che ha incluso un Open Day dedicato organizzato da INAF (<http://www.inaf.it/it/notizie-inaf/info-day-19-maggio-2025>), permettendo l'identificazione di partner strategici. Le modalità di coinvolgimento, in coerenza con il bando, mirano a stabilire collaborazioni concrete e durature con le imprese, che permarranno per l'intera durata del periodo di realizzazione dell'Infrastruttura, nonché nel successivo periodo di operatività. L'Open Day ha rappresentato il primo punto di contatto per presentare la proposta e le opportunità di collaborazione, stimolando l'interesse di aziende qualificate. Le imprese, che hanno manifestato il loro interesse, sono in possesso di expertise specifica, inoltre, la loro area di competenze è in perfetta coerenza con gli obiettivi scientifici e tecnologici del progetto. Questo approccio ha garantito trasparenza e il rispetto del principio di non discriminazione. Le imprese identificate hanno ruoli definiti che spaziano dalla co-progettazione, alla fornitura di expertise, dall'utilizzo dei dati prodotti dalle IR e alla validazione di tecnologie: 1. Co-progettazione e sviluppo tecnologico: H.S.T. srl, Sanitas EG srl, E.s.sat, Società Aerospaziale Mediterranea Scrl, Optorad; 2. Sviluppo di algoritmi e software: ALKEMY SpA, INKODE soc. coop., HoB s.r.l., Ecosmic; 3. Fornitura di piattaforme, dati e servizi: ALTEC SpA, SpaceDys, DASS, Nurjana Technologies. A dimostrazione dell'effettiva collaborazione, saranno allegate le Lettere di Intenti delle imprese che ne attestano l'interesse specifico sulle attività delineate. Questi documenti, pur non essendo accordi vincolanti definitivi, dimostrano la volontà di coinvolgimento nel collaborare alle attività per le quali INAF garantirà l'accesso. Successivamente all'approvazione del progetto, tali lettere potranno evolvere in accordi più dettagliati, che formalizzeranno le collaborazioni.

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.**

La tempistica proposta di 30 mesi è stata definita sulla base dell'esperienza pregressa del team nella gestione di progetti simili, come per esempio il PON e il PNRR ancora in corso, ma anche da vari Grants Europei e nazionali. Rispetto al PNRR, ci sarà un vantaggio iniziale strategico legato alla presenza di un gruppo amministrativo, in ogni UO, già formato e maturo per questa nuova sfida. Conoscendo quindi in parte le possibili regole del gioco, ci si aspetta una maggiore spinta e rapidità iniziale per svolgere i bandi nei primi mesi. Questo vantaggio ci permetterà di gestire eventuali ritardi nel proseguo del progetto. Nelle tempistiche di progetto sono stati considerati i tempi amministrativi, relativi al tipo di gare d'appalto da svolgere (dagli affidamenti diretti alle gare europee), la complessità delle attività, i tempi di esecuzione di lavori, servizi e di consegna delle forniture, del personale disponibile e che verrà acquisito (anche in questo caso, ci si affiderà per la maggior parte a personale T, già formato grazie al PNRR e quindi con già un certo grado di esperienza), vincoli logistici e ambientali. A livello di risorse umane, come già detto, esistono team amministrativi esperti in ogni UO, formati dall'esperienza PNRR. Allo stesso tempo, un gruppo di almeno 3 RUP esperti per ogni UO prenderà in carica le varie fasi delle gare d'appalto. Ci sarà infine personale di supporto al RUP e DEC, ovvero esperti già individuati in base al tipo di lavoro, servizi o fornitura inseriti nella proposta ASTRASud. Ogni fase del progetto è stata quindi pianificata in modo sequenziale e coerente, con tempi proporzionati alla natura degli interventi. Sono stati previsti margini operativi per affrontare eventuali ritardi o imprevisti. Infatti una gestione progettuale accurata e completa può far fronte a situazioni indesiderate che possono verificarsi durante il ciclo di vita del progetto. In generale, il processo di Gestione del Rischio comprende una varietà di attività, che costituiscono catene di dipendenza: identificazione, valutazione, monitoraggio, mitigazione, reporting e comunicazione. I rischi e le criticità all'interno del progetto potrebbero derivare principalmente da criticità economiche o umane. Gli effetti delle instabilità del contesto geopolitico attuale stanno già creando enormi ritardi nell'approvvigionamento e nella consegna di materiali e componenti, e la situazione di instabilità politica nell'Europa orientale sta causando un aumento esponenziale dei costi. Per ridurre il più possibile il rischio di un impatto negativo sulle attività da svolgere nel progetto, il Project Manager (PM) e il gruppo di lavoro presteranno molta attenzione alla pianificazione e alla gestione delle risorse disponibili, in relazione alle scadenze burocratiche da rispettare per l'acquisto delle forniture e l'esecuzione dei lavori. Per garantire la massima prevenzione del rischio a livello tecnico e scientifico, ci sarà una stretta collaborazione e un'intensa comunicazione tra il Project Manager (PM), il Responsabile Finanziario (RF), i referenti dei WP e delle Unità Operative (UO) coinvolte nel progetto. Per garantire l'efficienza di questo flusso di comunicazione, verranno organizzati meeting in presenza con una cadenza regolare semestrale. Il PM organizzerà inoltre incontri online con i responsabili dei WP in caso di necessità, tenendo sempre presente la situazione complessiva del progetto. Dal punto di vista finanziario, INAF ha già individuato un Responsabile Finanziario ASTRASud, responsabile della qualità del piano finanziario e del monitoraggio costante dei fondi. Il Responsabile Finanziario contatterà il PM almeno una volta al mese, al fine di garantire la perfetta corrispondenza tra lo sviluppo del progetto e la gestione delle risorse finanziarie. Durante lo sviluppo delle attività, in caso di necessità o rischio, il PM e il RF valuteranno l'andamento delle loro interazioni.

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

La proposta economica formulata deriva da ampia esperienza, preventivi reali, costi analoghi di forniture simili e prezziari regionali. Il budget è stato quindi stilato con accuratezza ed economicità, considerando anche i possibili impatti ambientali e, relativamente ai lavori, anche i costi della progettazione e sicurezza. Per quanto riguarda l'aspetto dell'economicità, si ricorda che alcune parti di antenne e telescopi, i sistemi ricevitori, le ottiche e i software, non essendo prodotti commerciali, sono stati pensati e progettati da personale INAF; da qui, molte attività di sviluppo saranno svolte in collaborazione con aziende interessate

al progetto. Anche le attività di validazione dei sistemi e calibrazione dei sensori, come evidenziato nella tabella dei costi, saranno svolte da personale interno, comportando quindi un impatto nullo sul budget. Questo significa che gran parte dei costi di progettazione, sviluppo e verifica non sono stati inseriti nel budget, restringendo ulteriormente i costi e rendendo la proposta più economica e conveniente, ma comunque sostenibile. Si tratta di un vantaggio significativo, che consente di ottimizzare le risorse disponibili e realizzare un maggior numero di attività senza incrementare significativamente il budget richiesto. L'intervento proposto rappresenta un investimento iniziale capace di attivare ulteriori risorse nel medio-lungo periodo, contribuendo così alla durabilità delle attività e alla manutenzione degli strumenti. Infatti, restando all'interno del Consorzio EU-SST, potrebbe presentarsi la possibilità di ricevere finanziamenti europei, garantiti per i prossimi 10 anni, per le attività osservative e di servizio al monitoraggio di oggetti orbitanti, nonché finanziamenti significativi in campo spaziale derivanti da bandi ESA o altre sovvenzioni europee dedicate. Si prevede anche un grande interesse da parte di aziende private nell'acquisire dati osservativi sui propri satelliti, al fine di garantirne la protezione e prolungarne la vita operativa. Ulteriori fondi potranno provenire da nuovi bandi, per i quali si auspica un buon posizionamento nelle graduatorie, grazie alla competitività che i sensori raggiungeranno ed il Mezzogiorno sarà in grado di svolgere un ruolo di primo piano in molte di queste proposte di progetto. Parallelamente, il valore scientifico di tutte le proposte dedicate alla ricerca astrofisica, nell'ambito dei programmi nazionali di finanziamento scientifico (ad esempio, PRIN, FIS e così via), trarranno grande beneficio dalla disponibilità della sinergia unica e competitiva dei sensori INAF. Infine, la disponibilità di fondi operativi per la manutenzione ordinaria delle infrastrutture è garantita da anni dal Ministero, ma in termini di impatto economico su questo tipo di costi, diverse attività previste nel progetto mirano a una significativa riduzione della dipendenza energetica da gasolio e gas, come ad esempio la remotizzazione delle osservazioni, la possibilità di alimentare i nuovi apparati e centri calcolo con sistemi fotovoltaici. L'obiettivo è aumentare la sostenibilità (in termini di costi ed effetti ambientali) delle operazioni quotidiane e ridurre le emissioni di carbonio grazie al consumo di energia verde autoprodotta. Il completo rifacimento delle antenne eviterà interventi di manutenzione straordinaria e talvolta improvvisa sulle infrastrutture, generando un impatto positivo sui costi interni.

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

Il progetto ASTRASud non è finalizzato alla generazione diretta di ricavi economici, in quanto le Unità Operative coinvolte sono centri di ricerca pubblici, il cui obiettivo principale è lo sviluppo della conoscenza, piuttosto che la commercializzazione dei risultati. Tuttavia, se per "ricavi" si intendono anche i risparmi derivanti da una maggiore efficienza, o la capacità di rendere la ricerca più autosostenibile, allora è certo che il progetto potrà contribuire anche in tal senso. Gli upgrade previsti porteranno a una significativa riduzione dei costi operativi, grazie all'adozione di tecnologie a basso consumo energetico e alla possibilità di effettuare osservazioni da remoto, con un impatto positivo sulla gestione delle risorse, in particolare per quanto riguarda la climatizzazione e l'accesso fisico alle strutture. In termini di sostenibilità a lungo termine, il progetto mira a costruire una rete di eccellenza a livello internazionale, rafforzando la competitività delle UO italiane nei futuri bandi di finanziamento. Considerata l'attuale attenzione politica al tema della difesa delle infrastrutture spaziali e la previsione di futuri investimenti pubblici in questo settore per almeno il prossimo decennio, si prevede che la partecipazione a questa rete possa garantire anche successivamente l'accesso a risorse significative. Pur non assicurando l'autosostentamento della ricerca, il progetto potrà contribuire in modo sostanziale al mantenimento di personale a tempo determinato e all'offerta di nuove opportunità per giovani scienziati, che potranno lavorare utilizzando strumenti e tecnologia all'avanguardia, per produrre risultati scientifici di livello, rafforzando il ruolo dell'Italia come punto di riferimento internazionale.

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

Per il mantenimento e l'operatività delle infrastrutture, sono da considerare: i costi relativi al personale, alla manutenzione ordinaria, all'energia ed alle utenze. Relativamente al personale, bisogna tenere in considerazione la figura di un tecnico, per 0.5 FTE, per ogni IR, per la manutenzione e l'operatività delle infrastrutture, per un totale di 144k€. Inoltre, bisogna aggiungere anche l'equivalente di 2 FTE ricercatori per ogni IR, per un totale di 660k€. Infine un amministrativo, per ogni IR, con un contributo di 0.2 FTE, per la gestione di gare d'appalto e rendicontazione delle spese, per un totale di 60k€. Per quanto riguarda la manutenzione ordinaria, comprendente tra le varie attività: riparazione e controlli periodici delle apparecchiature, verniciatura e lubrificazione delle parti meccaniche delle antenne, pulizia delle ottiche dei telescopi, aggiornamenti software/hardware, sostituzione di parti obsolete, ecc., si possono fornire i costi reali per le infrastrutture esistenti e stimarli per quelle di nuova generazione, per un totale complessivo di

500k€. Per quanto riguarda i costi dell'energia e di utenze, bisogna tenere conto ad esempio dei consumi elettrici di climatizzazione, di raffreddamento degli apparati, dell'alimentazione dei sensori e del centro di calcolo, della strumentazione, della movimentazione, della connessione alla rete GARR, ecc., per cui si può stimare un costo complessivo totale di 200k€. Concludendo, i costi annui totali stimati per la gestione delle IR è pari a 1.564k€ (circa il 10% del costo della strumentazione tecnico-scientifica del progetto ASTRASud), che significa mediamente 261k€ per ogni IR.

RISPETTO DEL PRINCIPIO DNSH (ARTICOLO 17 DEL REGOLAMENTO (UE) 2020/852)

➤ 11C20: Verifica del rispetto del principio DNSH.

Il progetto intende incrementare le capacità di servizio per le attività a tema aerospazio e difesa, nonché aumentare le possibilità scientifiche delle infrastrutture del Sud Italia. Gli interventi riguardano facility già esistenti e la creazione di nuove, tutti mirati al potenziamento delle infrastrutture create dai finanziamenti PNRR e PON. Tutti gli investimenti, che riguardano per la maggior parte strumentazione e apparecchiature tecnico/scientifica e per una parte minoritaria interventi su impianti tecnologici, saranno effettuati in conformità con il principio DNSH, garantendo che non sarà intrapresa nessuna attività non sostenibile, né ora, né in futuro. I principi DNSH, come dettagliato nelle Linee Guida Tecniche sull'applicazione del principio, "non devono 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. ASTRASud 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 tecnologie, che verranno impiegate nel progetto ASTRASud, 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. La figura di consulenza DNSH forniranno le linee guida 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; 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

Il processo di gestione del rischio comprende una varietà di attività, che costituiscono catene di dipendenza: identificazione, valutazione, monitoraggio, mitigazione, reporting e comunicazione. La revisione e il monitoraggio continui dell'esecuzione del progetto sono fondamentali per garantirne il successo. Di seguito, una lista non esaustiva di possibili rischi: RISCHIO 1: Difficile approvvigionamento di materie prime e componenti specialistici, a causa delle tensioni del contesto geopolitico attuale. Per cercare di non cadere in questo scenario, i processi di approvvigionamento verranno pianificati e delineati fin dall'inizio del progetto, cercando anche materiali/componenti, o fonti di approvvigionamento, alternativi, includendo alcune clausole di contingenza nel preventivo. RISCHIO 2: Impatto ambientale legato alla produzione, gestione e distribuzione di beni, servizi o prodotti di processi industriali che, in caso di incidente, possono avere effetti sulla popolazione, sugli animali, sul territorio. L'esperienza, i metodi di lavoro all'avanguardia e l'innovazione tecnologica garantiranno valutazioni affidabili e complete, che consentiranno la corretta identificazione dei pericoli e degli impatti sull'ambiente e l'efficace attuazione delle conseguenti misure di prevenzione. RISCHIO 3: Rischio di difficoltà nell'accesso ai dati IR, secondo i principi FAIR (reperibili, accessibili, interoperabili, riutilizzabili). L'INAF promuove i valori della scienza aperta aderendo ai principi

di libertà di accesso alla letteratura scientifica e di circolazione dei risultati della ricerca. **RISCHIO 4:** Rischi derivanti da problemi all'interno del gruppo di lavoro, che possono essere causati da incomprensioni, cattiva comunicazione, ecc. Per evitare questa tipologia di rischio, sarà garantita una stretta collaborazione e un'intensa comunicazione tra il PM e i responsabili dei WP. Verranno organizzati meeting in presenza ogni 6 mesi e online in caso di bisogno.

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 ASTRASud "Aerospazio, Space Weather, Tecnologia per la Ricerca Astrofisica multi-messaggera nel Sud" si configura come un'iniziativa di grande portata, mirata a consolidare il contributo italiano nel campo della sorveglianza e difesa spaziale, un settore in rapida evoluzione e di crescente importanza strategica. Il suo obiettivo primario è fornire un apporto significativo alle attività di Space Situational Awareness (SSA), attraverso una strategia multibanda e, parallelamente, approfondire lo studio dei fenomeni astrofisici con un approccio multi-messaggero. Ciò verrà raggiunto sfruttando e potenziando le infrastrutture INAF, con l'intento di rafforzare la competitività tecnologica e scientifica del Paese. Il progetto ASTRASud nasce dall'analisi di bisogni concreti identificati da un gruppo di lavoro dedicato, evidenziando la necessità di promuovere l'avanzamento tecnologico delle imprese del settore, attraverso lo scambio di conoscenze, la loro partecipazione attiva alle attività di ricerca e innovazione e lo sviluppo delle competenze territoriali, con un focus particolare sul Mezzogiorno. La struttura del progetto è concepita per contribuire in modo approfondito a tre macro-settori chiave dell'INAF: il monitoraggio dei detriti spaziali, lo studio dello Space Weather e l'astronomia multi-messaggera. Per conseguire questi obiettivi, ASTRASud prevede un'articolata serie di interventi, ciascuno coerente con le linee guida stabilite, volti a potenziare le capacità esistenti e a introdurre nuove risorse. A.1 INTERVENTI PER LA REALIZZAZIONE O AMPLIAMENTO DI FACILITIES E RISORSE PER LA RICERCA. Il progetto si propone di aggiornare e potenziare in modo significativo le infrastrutture radio e ottiche dell'INAF, garantendone un uso duale, sia per la ricerca astronomica di punta, che per fornire servizi essenziali alla comunità. Nello specifico, saranno interessati, da questi interventi, strumenti di primaria importanza situati nel Sud Italia, tra cui il Sardinia Radio Telescope (SRT), l'antenna parabolica di Noto (SR) e il telescopio solare di Catania (CT). Sebbene già ampiamente potenziata con fondi PNRR NG-Croce, anche la Croce del Nord di Medicina (BO) sarà oggetto di minori aggiornamenti, volti ad ampliarne la superficie riflettente per sfruttare appieno la sua sensibilità. A queste infrastrutture esistenti si aggiungeranno nuove e innovative facilities: il telescopio TANDEM, che sarà installato al GAL Hassin, presso Isnello (PA), il telescopio a grande campo di vista MezzoCielo, che troverà sede a Sos Enattos in Sardegna, e una stazione LOFAR 2.0, presso la stazione radioastronomica di Noto. Questo potenziamento, unito all'integrazione di nuovi sensori, doterà l'Italia di una rete unica e altamente performante per il monitoraggio e la sorveglianza spaziale, capace di operare in ambito dual-use e di supportare una ricerca astronomica di altissimo livello internazionale. Gli obiettivi specifici di tali interventi includono: (i) MIGLIORAMENTO DEL SERVIZIO DI SUPPORTO ALLA DIFESA DELLE INFRASTRUTTURE SPAZIALI - ASTRASud fornirà sensori altamente performanti per la rete di monitoraggio europea "European Space Surveillance and Tracking" (EUSST) e algoritmi avanzati per l'elaborazione integrata di misure da diversi sensori, con l'obiettivo di raggiungere una precisione orbitale di almeno un ordine di grandezza superiore (0.001 gradi di precisione angolare rispetto agli attuali 0.01 gradi). Questo si tradurrà in un contributo fondamentale al servizio di "collision avoidance", permettendo agli operatori satellitari di manovrare i satelliti con minore indecisione, riducendo il consumo di propellente e prolungandone la vita operativa. Inoltre, sarà possibile arricchire il catalogo europeo degli oggetti orbitanti con nuovi oggetti di dimensioni inferiori, attualmente invisibili ai sensori europei, grazie all'elevata sensibilità dei radiotelescopi INAF. Il servizio EUSST di rientro sarà migliorato sfruttando i grandi campi di vista dei telescopi ottici TANDEM e MezzoCielo, consentendo un tracciamento più lungo e una previsione più accurata delle finestre di rientro. Sarà altresì possibile misurare il periodo di rotazione e l'assetto degli oggetti attraverso le "curve di luce", informazioni cruciali per una stima precisa del rientro. I telescopi solari contribuiranno fornendo dati sulla densità atmosferica, che influenza la decelerazione degli oggetti in rientro. Infine, si incrementerà il servizio

di Frammentazione, con capacità di rilevare e catalogare frammenti di piccolissime dimensioni (dell'ordine del centimetro), grazie all'incredibile sensibilità dei sensori INAF; (ii) **CONTRIBUTO ALLO SPACE WEATHER** - il progetto intende integrare la "Space Weather Science" con i "Space Weather Services", aumentando efficienza, qualità e frequenza delle osservazioni solari per conferire una dimensione operativa chiara e strutturata alle infrastrutture del Sud. L'investimento si concentrerà sullo sviluppo di tecnologie innovative per imaging solare multi-banda ad alto range dinamico e alta risoluzione, e su configurazioni ottimizzate per osservazioni solari e servizi SWx. Questo potenziamento consentirà di offrire servizi SWx attraverso la disseminazione di prodotti osservativi (immagini solari e indicatori SWx) in tempo semi-reale. INAF-OACT, centro per lo studio del Sole e Space Weather, potenzierà il proprio Telescopio Solare, sia in termini qualitativi di strumentazione che quantitativi di servizi specifici. Sul fronte radio, ASTRASud si propone di ottimizzare e integrare le risorse osservative esistenti per lo SWx, ampliando la rete per includere il radiotelescopio di Noto e la stazione LOFAR di Noto, migliorando qualità, frequenza ed efficienza delle osservazioni. Saranno implementati nuovi ricevitori tri-band con backend adeguati ad un monitoraggio completo della cromosfera solare; (iii) **SVILUPPO DELL'ASTRONOMIA MULTI-MESSAGGERA** - ASTRASud mira a sviluppare e potenziare una rete coordinata di infrastrutture osservative e sistemi di analisi capaci di rispondere rapidamente ad allerte da eventi transienti astrofisici. Il progetto intende estendere le capacità osservative verso le alte frequenze e i grandi campi di vista per rilevare segnali rapidi e deboli dal radio all'ottico nelle primissime fasi di fenomeni astrofisici altamente energetici. Ciò sarà ottenuto tramite interventi complementari quali l'estensione alla banda Q e il miglioramento della sensibilità di SRT, l'upgrade delle capacità di puntamento e calcolo di SRT e dell'antenna di Noto, e lo sviluppo del telescopio MezzoCielo. Inoltre, è previsto lo sviluppo di software, strategie e algoritmi per la gestione efficiente delle grandi moli di dati generate da queste infrastrutture, che saranno in grado di raccogliere e integrare rapidamente nuovi segnali e informazioni da eventi multi-messaggeri (gravitazionali, elettromagnetici, particellari). Questo permetterà di rendere sistematica la capacità di rispondere tempestivamente e continuamente nel tempo a eventi complessi come GW170817.

A.2 INTERVENTI PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO STRUTTURALE E IMPIANTISTICO DELLE SUDETTE FACILITIES E RISORSE PER LA RICERCA. Gli interventi proposti nel progetto ASTRASud includono un significativo adeguamento strutturale e impiantistico delle infrastrutture esistenti e la realizzazione delle nuove. Questo si manifesta nell'aggiornamento dei radiotelescopi e dei telescopi INAF, specificamente il Sardinia Radio Telescope (SRT), l'antenna parabolica di Noto, il telescopio solare di Catania e la Croce del Nord di Medicina, per un loro uso duale di ricerca e servizio. Gli interventi riguardano anche l'estensione della banda Q e il miglioramento della sensibilità e delle capacità polarimetriche di SRT, l'upgrade delle capacità di puntamento e di calcolo di SRT e dell'antenna di Noto. Le nuove installazioni, come il telescopio TANDEM, MezzoCielo e la stazione LOFAR a Noto, implicano la creazione di nuove strutture fisiche e l'integrazione di nuovi impianti all'avanguardia. In particolare, il sito solare di Catania sarà interessato da un processo di ammodernamento che include la predisposizione di una nuova piattaforma osservativa dotata di cupola motorizzata, sistemi di condizionamento e filtraggio ambientale per la protezione degli apparati ottici, e un'infrastruttura elettrica e dati completamente rinnovata, in grado di supportare l'alta disponibilità richiesta dal monitoraggio solare in tempo reale. Analogamente, l'installazione del telescopio TANDEM presso l'osservatorio GAL Hassin richiederà adeguamenti strutturali specifici per garantire la stabilità meccanica del sistema e l'integrazione con i servizi logistici del sito. Il dimostratore MezzoCielo, infine, prevede l'installazione presso il sito di Sos Enattos di una cupola dedicata, già in fase di costruzione nell'ambito del progetto ET-SunLab, e l'integrazione di una infrastruttura di supporto meccanico, elettronico e ottico innovativa, a geometria sferica, per la raccolta e il tracciamento sincrono di segnali ottici da ampie porzioni di cielo. È previsto l'adeguamento strutturale del SRT tramite la remotizzazione completa del sistema di controllo e l'implementazione di un'infrastruttura hardware per l'osservazione in tempo reale, con sistemi di sicurezza e interlock necessari alla gestione remota del radiotelescopio. Particolare attenzione è rivolta alla sostenibilità ambientale e all'efficienza. Il progetto sarà realizzato nel pieno rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) e del principio DNSH (Do No Significant Harm), evitando impatti ambientali significativi. Verranno adottate soluzioni ad alta efficienza energetica, e le nuove apparecchiature presso Noto e Medicina saranno alimentate da fonti Green (impianti fotovoltaici e batterie di accumulo). La gestione dei rifiuti, in particolare quelli elettronici, seguirà protocolli certificati. La modularità e aggiornabilità dei sistemi installati consentiranno una maggiore durata e una riduzione dei rifiuti da dismissione, in linea con i principi dell'economia circolare. Le squadre tecniche utilizzeranno veicoli elettrici per gli spostamenti e il trasporto di materiale. Ove possibile, le infrastrutture saranno realizzate riutilizzando strutture preesistenti per limitare il consumo di suolo. La gestione da remoto delle infrastrutture astronomiche, prevista al termine delle attività, contribuirà alla riduzione delle emissioni di CO₂ e della climatizzazione degli ambienti, generando ulteriori benefici ambientali.

A.3 INTERVENTI PER IL RECLUTAMENTO DI PERSONALE. Il progetto ASTRASud rappresenta una significativa opportunità per l'occupazione e lo sviluppo delle competenze. È previsto un ingente afflusso di risorse economiche, disponibili per investimenti e,

crucialmente, per la creazione di nuovi posti di lavoro e l'assunzione di personale tecnico e scientifico. Una prevalenza superiore all'85% di queste assunzioni sarà destinata al Sud Italia, contribuendo così attivamente allo sviluppo economico e occupazionale del Mezzogiorno. Questo movimento di risorse finanziarie non solo permetterà di innovare le infrastrutture e la strumentazione scientifica, ma rafforzerà anche la competitività a più livelli dell'ente. La collaborazione tra gli istituti INAF beneficerà del consolidamento dei rapporti tra i coordinatori di progetto e tra il personale tecnico e amministrativo. Le risorse umane coinvolte accresceranno le proprie competenze in termini di gestione e pianificazione delle attività, e arricchiranno il proprio know-how attraverso il lavoro di squadra e la condivisione di informazioni e conoscenze a vari livelli. Studenti, dottorandi, giovani ricercatori e scienziati potranno utilizzare i risultati del progetto per i loro studi, beneficiando di prestazioni migliorate e di altissimo livello. Questo incoraggerà il lavoro di squadra e porterà a una maggiore coesione sul posto di lavoro. Inoltre, il progetto prevede un affiancamento formativo e operativo tra i gruppi del Nord e i colleghi della stazione radioastronomica di Noto, che saranno per la prima volta coinvolti in attività complesse legate al monitoraggio dei detriti spaziali, dalla raccolta all'interpretazione dei dati. Le competenze maturate a Padova e Bologna nella progettazione e gestione di sistemi ottici a grande campo saranno trasferite a supporto dello sviluppo e della gestione dei telescopi MezzoCielo e TANDEM. L'investimento dei progetti PNRR NG-CROCE e STILES nella formazione di personale tecnico e scientifico si pone in piena continuità con la strategia di ASTRASud di rafforzamento delle risorse umane.

A.5 INTERVENTI PER L'IMPLEMENTAZIONE DI SISTEMI DI MONITORAGGIO E VALUTAZIONE DELLE PERFORMANCE. Sebbene non esplicitamente categorizzato come "sistemi di monitoraggio e valutazione delle performance" con un nome specifico, il progetto ASTRASud integra intrinsecamente meccanismi di valutazione e miglioramento continuo delle performance a vari livelli. Gli obiettivi principali del progetto sono formulati in termini di miglioramento quantificabile delle capacità, come l'aumento della precisione angolare per la stima orbitale (da 0.01 a 0.001 gradi), l'incremento dell'efficienza, qualità e frequenza delle osservazioni solari per lo Space Weather, e la capacità di rilevare frammenti di piccolissime dimensioni (dell'ordine del centimetro). Questi rappresentano indicatori diretti della performance dell'infrastruttura e scientifica. Il progetto prevede lo sviluppo di software, strategie e algoritmi per la gestione efficiente delle grandi moli di dati generate dalle infrastrutture potenziate. Questi sistemi sono fondamentali per monitorare la qualità dei dati generati e l'efficienza operativa delle apparecchiature. L'implementazione di un sistema di gestione e disseminazione in semi-realtime dei prodotti osservativi radio-solari e ottici per applicazioni di Space Weather costituisce di per sé un sistema di monitoraggio delle performance di servizio, garantendo la disponibilità e la tempestività delle informazioni. Il monitoraggio continuo e in tempo reale dell'attività solare e la disponibilità di indicatori Space Weather affidabili sono essi stessi elementi di un sistema di monitoraggio delle performance ambientali e operative legate allo spazio. L'adozione di metodologie rigorose e l'esperienza acquisita nella gestione dei rischi tecnico-scientifici e gestionali e nella conformità al principio DNSH, che implica la valutazione dell'impatto ambientale su sei obiettivi ambientali, contribuiscono indirettamente a un sistema di monitoraggio delle performance complessive del progetto, anche in termini di sostenibilità.

A.6 INTERVENTI PER LA CREAZIONE DI RETI TEMATICHE O MULTIDISCIPLINARI TRA IR E/O ORGANISMI DI RICERCA MIRATE. ASTRASud si basa su e promuove attivamente la creazione di reti tematiche e multidisciplinari. I soggetti attuatori del progetto sono tutti istituti dell'INAF, che vantano una pluriennale collaborazione su temi legati all'astrofisica, alla sicurezza spaziale e allo sviluppo tecnologico avanzato. Questa collaborazione interna è facilitata da riunioni periodiche e piattaforme per la gestione corale dei documenti. Il progetto mira a consolidare la posizione dell'INAF e dell'Italia a livello europeo e internazionale. INAF è già parte del Consorzio EUSST, e ASTRASud rafforzerà la sua posizione con l'integrazione di nuovi sensori. L'ente è anche membro dello IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee), e il progetto ne rafforzerà il peso in ambito internazionale. ASTRASud prevede anche l'apertura di nuove collaborazioni con centri di ricerca e università italiane per simulazioni e test di laboratorio. Un esempio significativo è la collaborazione tra INAF e INGV per lo studio dello Space Weather e della ionosfera, con applicazioni scientifiche e operative. L'installazione di una stazione LOFAR a Noto rafforzerà il coinvolgimento italiano nel consorzio europeo per lo studio astrofisico a bassa frequenza. Il progetto pone un forte accento sul trasferimento tecnologico e la collaborazione con il mondo industriale. Attraverso un Open Day dedicato, organizzato da INAF, per identificare partner strategici e stabilire collaborazioni concrete e durature con le imprese, hanno risposto e accettato di collaborare con ASTRASud ben 16 aziende interessate allo sviluppo di tecnologie innovative, testare algoritmi, migliorare sistemi elettronici, ecc. Inoltre, il progetto contribuisce allo sviluppo di piattaforme comuni per la condivisione e gestione dei dati. L'INAF promuove i valori della scienza aperta aderendo ai principi FAIR (reperibili, accessibili, interoperabili, riutilizzabili) per la letteratura scientifica e la circolazione dei risultati della ricerca, mitigando il rischio di difficoltà nell'accesso ai dati IR.

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 la 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.**

Project Office

- **11D1.3: Acronimo del WP**

PO

- **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

- **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

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

Italiana

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

Germano

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

Bianchi

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

BNCGMN71P27E289D

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

germano.bianchi@inaf.it

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

0516965827

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

Le attività del WP1 "Project Office" sono divisibili in due macro-categorie: "Management" e "Comunicazione e disseminazione". La prima categoria riguarda la gestione globale del progetto, a partire dalla fase di programmazione iniziale, passando per il monitoraggio delle attività e dei risultati, fino alla rendicontazione accurata (finanziaria e tecnica). Questo è possibile solo grazie ad un'azione di forte

coordinamento tra le Unità Operative (UO) coinvolte nel progetto e da un proficuo scambio con il MUR. INAF-Istituto di Radioastronomia (INAF-IRA) è responsabile della gestione complessiva del progetto, inclusi il controllo di budget e la gestione delle tempistiche, e a tal fine applicherà le procedure richieste dal bando e le procedure interne, già standardizzate, per la gestione dei progetti a finanziamento pubblico. INAF-IRA si avvale del supporto del proprio Ufficio "Programmazione e Rendicontazione Progetti Esterni", che supervisiona tutti i processi trasversali agli obiettivi dei progetti, supportando i ricercatori nelle varie fasi di sviluppo, secondo le regole di rendicontazione dei bandi. Per garantire una buona gestione a livello tecnico-scientifico, ci sarà una stretta collaborazione e un'intensa comunicazione tra il Project Manager (PM), i responsabili dei WPs e i responsabili finanziari delle singole UOs, per un'ottimizzazione dell'organizzazione e del coordinamento delle attività, sin dal suo inizio e poi lungo tutta la durata prevista del progetto. Per garantire l'efficienza di questo flusso di comunicazione, il PM organizzerà incontri periodici online con i Responsabili dei WP. Inoltre, ogni sei mesi sarà previsto un meeting in presenza, con la partecipazione di tutti gli istituti: M1 – Kick-off meeting; M6 – 2° incontro di progetto; M12 – 3° incontro di progetto; M18 – 4° incontro di progetto; M24 – 5° incontro di progetto; M30 - incontro di progetto finale. Il programma di ogni incontro verrà predisposto per dedicare il tempo congruo e necessario sia per discutere gli aspetti tecnico-scientifici, sia quelli amministrativo-finanziari. Durante il kick-off meeting verrà presentato uno strumento di rilevamento dati da parte del gruppo di lavoro, in formato excel editabile. Questo strumento verrà condiviso e tenuto aggiornato a cadenze regolari trimestrali, con il supporto di tutto il partenariato. Ad ogni incontro in presenza, verrà poi condiviso lo stato dell'arte sulle attività e gli obiettivi, prevedendo all'interno dei lavori anche un possibile aggiornamento di gruppo del documento. Domande, o dubbi, relativi alla gestione del budget e delle attività, durante tutta la durata del progetto, saranno indirizzati al PM ed eventualmente al MUR. Il monitoraggio di questi aspetti sarà discusso tra i partecipanti, tramite teleconferenze, oppure in presenza durante uno dei meetings. I luoghi di incontro per i meeting in presenza sono stati identificati sulla base della progettazione iniziale. In corso d'opera, potrebbero subire variazioni, in base al reale andamento delle attività di progetto e alle necessità del gruppo di lavoro. Le attività dalla 12 alla 21, invece, sono relative alla gestione delle attività di comunicazione e disseminazione del progetto. Il piano di comunicazione e disseminazione di ASTRASud si baserà su tre attività principali: Comunicazione (informazioni sul progetto e sulle attività), Diffusione (aggiornamenti ed informazioni sui risultati), Valorizzazione (narrazione delle attività svolte in sinergia con le aziende coinvolte nel progetto, per lo sviluppo tecnologico e scientifico). L'obiettivo comunicativo principale rimane quello di informare e sensibilizzare i vari destinatari, che verranno raggiunti, sul progetto, le sue attività e i risultati ottenuti. Non soltanto le unità operative del progetto beneficeranno delle attività di comunicazione e disseminazione, ma si cercherà di raggiungere altre istituzioni accademiche ed enti di ricerca, anche di settori collegati a quelli coinvolti nelle attività progettuali. Il coinvolgimento di aziende, con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo tecnologico e lo scambio di informazioni e know-how, sarà fondamentale per il progetto ed in questo modo gli istituti coinvolti riusciranno ad entrare in connessione con il tessuto delle imprese italiane, operanti nei settori di interesse per le attività progettuali. I Policy makers rappresentano un'altra categoria di stakeholders che verranno intercettati dalle iniziative di comunicazione e dai canali a disposizione per la disseminazione del progetto. Infine, per ultimo, ma non per importanza, il pubblico generale, che entrerà in contatto con il progetto, anche attraverso i centri visite di alcune unità operative coinvolte e momenti pubblici di divulgazione, come ad esempio la "Notte dei ricercatori". I messaggi chiave della comunicazione, tra cui l'importanza della diffusione dei risultati per la crescita del settore, i benefici del progetto per i diversi attori coinvolti e la sostenibilità e l'impatto nel lungo periodo, passeranno attraverso diverse attività: creazione e gestione di una pagina web sul sito di INAF e delle unità operative coinvolte nel progetto; pubblicazione periodica di informazioni relative al progetto sul sito web; gestione degli account social media per aggiornamenti regolari; produzione e diffusione di materiali informativi, come volantini, brochure, roll-up, ecc.; realizzazione di video; organizzazione di due eventi pubblici: uno intermedio (M18) e uno finale (M30), a cui verranno invitate il maggior numero di tipologie di stakeholders sopra citati. I canali a disposizione del partenariato di progetto per l'attività di comunicazione e disseminazione sono principalmente i siti web istituzionali, i social media (LinkedIn, Facebook, Instagram), le e-mail delle persone coinvolte nel progetto, gli eventi pubblici previsti e anche quelli in programma nel calendario di INAF e dei singoli istituti. Verranno inoltre utilizzati tutti i momenti d'incontro con i singoli cittadini ed un pubblico più generale per promuovere il progetto e dare informazioni in merito ai risultati. In occasione del kick-off meeting, il responsabile del WPI presenterà il piano di comunicazione e la timeline per la realizzazione delle attività: M1-M4: presentazione del piano di comunicazione e disseminazione alla prima riunione di partenariato, raccolta di commenti e suggerimenti, definizione della strategia finale e condivisione del documento finale; M1-M4: presentazione della "Visual Identity", da utilizzare per i siti web, il materiale digitale e cartaceo; in altre parole, una proposta di logo, facilmente fruibile da tutti i pubblici che si vogliono raggiungere nelle attività di comunicazione, e branding del progetto, da utilizzare su tutta la documentazione. Successivamente le proposte verranno discusse, verrà effettuata la raccolta dei

suggerimenti e infine la finalizzazione degli strumenti; M3-M8: creazione delle pagine web, con l'inserimento di contenuti condivisi tra gli istituti e uguali per tutti, fatto salvo elementi di interesse specifico per ogni UOs legati alle attività dei singoli WPs; M18-M30: organizzazione di due eventi pubblici di disseminazione, che vedranno il coinvolgimento principalmente di enti di ricerca, di imprese e policy makers. I due eventi verranno organizzati in concomitanza delle riunioni di avanzamento progettuale, al fine di garantire il numero maggiore di partecipanti all'interno del partenariato; M12-M30: realizzazione di video promozionali del progetto; M7-M24: Produzione e acquisto di materiali per la comunicazione e la divulgazione, comprendente la creazione di almeno un volantino, una brochure e un roll-up e l'acquisto di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale, con lo scopo di rendere possibili osservazioni solari favorendo la valorizzazione scientifica e la comunicazione attraverso la didattica delle tematiche scientifiche del progetto.

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

Gli Obiettivi Realizzativi Attesi (ORA) del WP1 saranno 5, con una cadenza regolare di 6 mesi, corrispondente ai meeting in presenza, in cui i soggetti di ASTRASud si incontreranno per discutere dell'andamento del progetto. I luoghi di incontro per i meeting in presenza sono stati identificati sulla base della progettazione iniziale. In corso d'opera, potrebbero subire variazioni, in base al reale andamento delle attività di progetto e alle necessità del partenariato. La corrispondenza tra gli ORA e i meeting in presenza è importante al fine di promuovere un ampio dibattito e l'affrontamento di eventuali criticità, o rischi, nell'andamento delle attività del progetto ASTRASud. ORA1 (M6): il primo ORA cade a 6 mesi dall'inizio del progetto. Il punto focale sarà l'incontro di progetto che si svolgerà a Catania, presso OACT In tale occasione verrà presentato lo stato dell'arte delle attività e delle spese di progetto, con il conseguente aggiornamento dello strumento di monitoraggio da parte del responsabile del WP1. Oltre alle attività tecnico-scientifiche in essere, si farà il punto della situazione anche sul piano della comunicazione, con la condivisione degli strumenti di "Visual Identity", della conseguente produzione dei materiali di comunicazione e disseminazione (volantini, brochure, roll-up, ecc.) e sull'aggiornamento delle pagine web INAF e delle varie unità operative coinvolte nel progetto. Verrà discussa inoltre la prima fase di sviluppo dei contenuti da pubblicare sui social media degli istituti. ORA2 (M12): ad un anno dall'inizio del progetto è previsto il secondo ORA. Durante il secondo incontro di progetto, che si svolgerà a Padova, presso OAPD, i partecipanti si confronteranno sulle attività tecnico-scientifiche in corso e in fase di partenza, sulle spese sostenute e pianificate per la fase successiva e sulla parte di comunicazione relativa alla seconda fase di produzione di contenuti per i social media e la realizzazione dei video promozionali di ASTRASud. ORA3 (M18): il terzo meeting di progetto si svolgerà a Cagliari, presso Osservatorio Astronomico di Cagliari, in concomitanza dell'evento pubblico intermedio, che vedrà il coinvolgimento principalmente di enti di ricerca, di imprese e policy makers. La partecipazione in presenza dei rappresentanti delle UOs all'evento pubblico, permetterà di pianificare un ricco programma di interventi, che includeranno non solo i temi legati alle attività progettuali, ma anche il processo di trasferimento tecnologico tra mondo della ricerca e mondo delle imprese. Per l'evento sarà conclusa la fase di produzione dei materiali promozionali di progetto, in modo da poterli rendere fruibili agli stakeholders che parteciperanno. ORA4 (M24): a due anni dall'inizio del progetto, a Palermo, presso OAPa, la discussione verterà obbligatoriamente sul monitoraggio delle attività tecnico-scientifiche e sull'andamento dell'utilizzo delle risorse finanziarie. Inoltre, a livello comunicativo, verranno predisposte le basi per la terza fase di creazione dei contenuti, da divulgare sui social, e verranno dati aggiornamenti, da parte del responsabile del WP1, sulla realizzazione dei video promozionali del progetto. ORA5 (M30): l'incontro finale e l'evento finale di progetto si terranno a Noto, presso IRA-Noto. Questa sarà l'occasione per tirare tutte le somme, sia finanziarie, che scientifiche, del progetto ASTRASud. Verranno discussi gli ultimi adempimenti rendicontativi e comunicativi. All'evento pubblico finale verranno invitate tutte le tipologie di stakeholders coinvolti nell'arco di attività del progetto: enti di ricerca, imprese (PMI e grandi imprese), il Ministero, i policy makers, ecc. Verrà dato risalto all'evento tramite tutti i canali di comunicazione a disposizione del partenariato, con l'obiettivo di informare su tutto il lavoro svolto e i risultati ottenuti all'interno del progetto, con una particolare attenzione al trasferimento tecnico e tecnologico tra mondo della ricerca e mondo delle imprese.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

La finalità del WP1 - Project Office è quella di garantire la corretta gestione complessiva del progetto, inclusi il controllo del budget e delle tempistiche di realizzazione delle attività, applicando le procedure richieste dal bando e le procedure interne, già standardizzate, per la gestione dei progetti a finanziamento pubblico ed utilizzando strumenti di monitoraggio condivisi con tutta la compagine di partenariato.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Stazione di Medicina, Osservatorio Astronomico di Palermo, Osservatorio Astronomico di Padova, Osservatorio Astrofisico di Catania, Osservatorio di Cagliari, Stazione di Noto

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

Tutte le unità operative contribuiscono alla buona gestione del progetto, fornendo al Project Manager e al Responsabile Finanziario i dati di monitoraggio sulle attività svolte e sulle spese sostenute. Dal punto di vista finanziario, ogni sottostruttura può contare sui propri uffici amministrativi e i relativi Responsabili. L'UO responsabile per la gestione del WP, nello specifico, è l'IRA, che ha già ampia esperienza nella gestione di grandi progetti di ricerca, finanziati su fondi europei.

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

Essendo totalmente trasversale ed integrato con tutte le attività del progetto, il Work Package 1 (WP1) va a toccare e ad impattare su tutti gli altri WPs del progetto ASTRASud. Le macro-attività di management e di comunicazione previste hanno ricadute tangibili sin dal primissimo inizio, fino alla fine del progetto. Il monitoraggio costante, sia ad un livello tecnico-scientifico, sia a livello finanziario e amministrativo, richiede risorse con una grande capacità di gestione a 360°. I costi associati a questo Work Package (WP), quindi, riguardano principalmente l'impiego di personale dedicato a supporto delle attività di gestione e coordinamento pianificate. Il resto delle attività del WP1, legato alla gestione del progetto, verrà svolto senza finanziamento progettuale, con risorse interne proprie di ogni singola struttura coinvolta. Per quanto concerne le spese di personale, le stime sono state elaborate in conformità con le tabelle stipendiali previste dal CCNL, a cui l'INAF fa riferimento. Nella voce di budget F, legata alla Comunicazione e alla disseminazione del progetto, rientreranno: l'organizzazione dei due eventi di disseminazione, uno intermedio (M18) e uno finale (M30); la realizzazione di video promozionali del progetto; la produzione di materiali di comunicazione e divulgativi legati al progetto, che includono anche l'acquisto di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale, per la disseminazione specifica delle attività relative alla tematica "Space Weather" (WP5) del progetto ASTRASud. I costi relativi all'organizzazione degli eventi pubblici di promozione delle attività progettuali sono stati definiti basandosi sulle spese sostenute in passato per l'organizzazione di eventi di diffusione, con il medesimo scopo e la stessa durata. Per la produzione dei video promozionali e la realizzazione di materiali divulgativi e di disseminazione ci si è basati sia sull'esperienza consolidata del personale delle unità operative, impegnato nello specifico ambito di attività, sia su gare di appalto svolte negli ultimi 3 anni per le stesse tipologie di forniture di beni e servizi.

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

Indicatori quantitativi e misurabili: N. 5 compilazioni dello strumento di monitoraggio di progetto da parte delle UO; N. di visite ai siti web delle UO; Engagement sui social media (es. n. di interazione); Partecipanti agli eventi pubblici (n. di partecipanti e tipologie di stakeholders coinvolti); Feedback da parte degli istituti coinvolti e degli stakeholders (n. di risposte e risultati dei questionari di valutazione somministrati ai partecipanti interni e agli stakeholders dopo gli eventi pubblici).

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP02

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Infrastrutture Radio

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

Radio

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

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

Italiana

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

Andrea

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

Orlati

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

RLTNR74C11D704W

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

andrea.orlati@inaf.it

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

+39 3470386329

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

Il WP ha in programma una serie di interventi volti a potenziare significativamente le capacità operative e scientifiche di tre dei principali radiotelescopi INAF. (I) L'SRT (Sardinia Radio Telescope) è un radiotelescopio altazimutale di 64 metri di diametro situato a San Basilio, in Sardegna. Inaugurato nel 2013, si è affermato come una struttura internazionale e interdisciplinare di alto profilo nel campo della radioastronomia. Con il progetto PON SRT_HighFreq è stato fatto un aggiornamento per le osservazioni ad alta frequenza che hanno visto, nel dettaglio, l'acquisizione di nuovi ricevitori come la camera millimetrica MISTRAL a 95 GHz e il ricevitore multifeed CARUSO a 100GHz. (II) Il Radiotelescopio di Noto, è gestito dall'Istituto di Radioastronomia (IRA), ed è stato inaugurato nel 1988, è un antenna parabolica di 32 metri di diametro, il cui specchio primario è dotato di superficie attiva. Con il progetto PON SRT_HighFreq è stato acquistato un ricevitore in grado di operare in tre bande radioastronomiche (K,Q e W), simultaneamente. Recentemente con i finanziamenti PNRR è stato dotato di un ricevitore in banda P (progetto NG Croce) per inserire la facilità nel montaggio degli oggetti in orbita terrestre e di un backend per l'osservazione followup di sorgenti di neutrini (progetto KM3Net). (III) Il Radiotelescopio Croce del Nord è uno strumento di transito, costituito da due bracci perpendicolari, lunghi rispettivamente 564 metri (direzione est-ovest) e 640 metri (direzione nord-sud), con un'area di raccolta complessiva di oltre 30.000 m². Con i finanziamenti PNRR (progetto NG Croce) la facility ha subito un ammodernamento generale, dalla revisione della linea focale alla creazione di un sistema di acquisizione dei dati e calcolo HPC orientati al monitoraggio dei detriti spaziali e allo studio dei fenomeni astrofisici transienti. E' inoltre prevista l'installazione di una stazione di nuova generazione LOFAR 2.0 con capacità dual beam presso la stazione di Noto. Una seconda stazione sul territorio Italiano rafforzerebbe moltissimo il ruolo dell'Italia all'interno dell'ERIC-LOFAR, e permetterebbe non solo un aumento delle capacità dell'interferometro di produrre immagini ad alta risoluzione, ma di avere un significativo impatto sulle capacità di LOFAR nel campo dello Space Weather e dell'astronomia multimessaggera. L'obiettivo generale è consolidare e accrescere il ruolo dell'Italia nel panorama internazionale del SSA (Space Surveillance Awareness) ed in particolare del SST e dello Space Weather, ma anche di incrementare le capacità scientifiche andando verso applicazioni di tipo astronomia multi-messaggera, garantendo al contempo la sostenibilità e la continuità delle infrastrutture critiche per la ricerca dell'INAF. Questi interventi rappresentano un investimento strategico che permetterà ai radiotelescopi e le facilities italiane di rimanere all'avanguardia nella ricerca scientifica e tecnologica,

rafforzando la loro posizione nel panorama internazionale. Le aree di intervento sono distribuite sui tre radiotelescopi con attività specifiche: (I) progettazione e lo sviluppo di un nuovo ricevitore a larga banda per il radiotelescopio SRT, 8-15 GHz (banda X). Questo ricevitore colmerà un gap di frequenza attualmente presente nella strumentazione dell'SRT, potenzierà l'utilizzo dell'SRT sia come antenna singola che all'interno della rete interferometrica EVN (European VLBI Network), aprirà nuove prospettive con altri telescopi che operano nella stessa banda, come le antenne sudafricane di MeerKat (futuro SKA-Mid). (II) miglioramento della sensibilità del ricevitore CARUSO del SRT, che prevede la riprogettazione della catena RF, ovvero la sostituzione degli LNA attuali con modelli più moderni e performanti. (III) incremento delle prestazioni del ricevitore MISTRAL del SRT, che permetterà l'osservazione sia in modalità continua che in polarizzazione. Questo potenziamento permetterà, tra le altre cose, di studiare le controparti elettromagnetiche delle onde gravitazionali. (IV) miglioramento ulteriore delle prestazioni complessive dell'SRT, attraverso un ammodernamento dei sistemi di controllo, inclusi i cablaggi e i connettori, della superficie attiva dello specchio primario (composta da oltre 1000 pannelli e attuatori meccanici di precisione controllati digitalmente) e della meccatronica del telescopio (motori, azionamenti e cabinet). (V) potenziamento del radiotelescopio di Noto con un nuovo sistema di distribuzione delle frequenze intermedie (IFD). Questo sistema completerà il ricevitore simultaneo a tre bande (K, Q e W) e permetterà al radiotelescopio di effettuare osservazioni radio in tutte e tre le bande contemporaneamente. La realizzazione del sistema prevede anche attività di R&D nel campo dell'optoelettronica e di progettazione di schede elettroniche, con l'obiettivo finale di abilitare la ricerca in settori come la Fisica Solare (Space Weather) e l'Astronomia Multi-Messaggera. (VI) aggiornamento del sistema di movimentazione ed inseguimento del radiotelescopio di Noto. L'investimento in un nuovo servosistema è cruciale non solo per garantire il funzionamento a lungo termine del radiotelescopio, ma anche per potenziarne le capacità nel campo della Space Surveillance and Tracking (SST). In particolare, si vuole ottenere anche un miglioramento delle performance in termini di velocità, accelerazione, precisione di inseguimento, rigidità del sistema e recupero del backlash e affidabilità. (VII) sul radiotelescopio Croce del Nord si effettueranno aggiornamenti di parti dello specchio cilindrico parabolico (ramo Est-Ovest) e dell'elettronica per un ulteriore aumento della sensibilità nella ricezione di echi radar e una superiore accuratezza nella determinazione orbitale nel monitoraggio spaziale. (VIII) installazione presso a Noto di una stazione di nuova generazione LOFAR 2.0 con capacità dual beam per estendere la copertura in direzione nord-sud dell'array e riuscire a mappare il cielo nord con una risoluzione angolare fino a 0.2-0.3 arcsec a 144 MHz (banda HBA) e di circa 1 arcsec a 40 MHz (banda LBA).

➤ 11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP

Gli obiettivi che si vogliono realizzare nel WP si possono sintetizzare come segue: (I) Rendere il Sardinia Radio Telescope (SRT) uno strumento altamente performante per studi di Space Weather (WP5) e di Astronomia Multi-Messaggera (WP6), sfruttando la sua alta sensibilità e le nuove capacità osservative. Inoltre, posizionarlo come un efficiente sistema per la Space Surveillance and Tracking (SST - WP4), in collaborazione con il radiotelescopio Croce del Nord. (II) Realizzare il sistema IFD per Noto: questo garantirà la piena operatività e integrazione del sistema nel flusso osservativo del ricevitore tri-band, abilitando le attività osservative previste per lo Space Weather (WP5) e l'Astronomia Multi-Messaggera (WP6). (III) Aggiornare il servosistema di movimentazione degli assi principali del radiotelescopio di Noto. L'obiettivo è assicurare l'affidabilità dello strumento per almeno dieci anni e massimizzare le sue performance in termini di velocità, accelerazione e precisione di inseguimento, cruciali per il mapping solare e il tracciamento degli oggetti in orbita terrestre (SST-WP4). (IV) Completare l'upgrade della Croce del Nord: Portare a termine il potenziamento del ramo Est-Ovest del radiotelescopio Croce del Nord. Questo permetterà di raggiungere una sensibilità tale da rilevare oggetti di pochi centimetri a oltre 1000 km di quota, fornendo un contributo significativo al catalogo europeo dei detriti spaziali. (V) Acquisire una stazione LOFAR 2 con capacità dual beam da installare nella sede di Noto. La nuova stazione LOFAR 2.0 potrà essere utilizzata sia all'interno dell'array Europeo LOFAR, che come antenna singola. L'antenna andrà ad aumentare l'area efficace di raccolta e la sensibilità dell'array globale, ma soprattutto allungherà la distribuzione delle baseline dell'array verso sud, cruciale per massimizzare la qualità delle immagini e spingere la risoluzione spaziale a circa 0.2-0.3 arcsec (144 MHz) e 1 arcsec (40 MHz). Questo aumenterà le potenzialità di LOFAR in tutte le aree, particolarmente nel campo della cosmologia e dell'astronomia multimessaggero (WP6). Allo stesso tempo, l'utilizzo del dual beam della stazione di Noto permetterà di condurre studi di fisica solare e space weather (WP5) che potranno anche usufruire della combinazione delle stazioni di Medicina e Noto ed eventualmente di altre stazioni disponibili con capacità dual beam. Si evidenzia, inoltre, che gli interventi previsti avranno come ulteriori effetti: (i) Miglioramento delle performance operative e affidabilità: ammodernare la meccatronica (motori, azionamenti, cabinet) e i sistemi di controllo (cablaggi, connettori della superficie attiva) per aumentare l'efficienza, la precisione e

l'affidabilità generale del SRT; sostituire l'obsoleto servosistema di tracking per garantire la continuità operativa, incrementare velocità, accelerazione e precisione di inseguimento, e migliorare l'affidabilità complessiva dello strumento, cruciale per il monitoraggio del radiotelescopio di Noto di oggetti in orbita terrestre. (II) Sostenibilità e innovazione tecnologica: adottare tecnologie all'avanguardia (es. LNA più moderni per CARUSO, link ottici a larga banda e basso costo per Noto) per mantenere i radiotelescopi al massimo delle capacità tecnologiche moderne; favorire la collaborazione con partner industriali e l'utilizzo delle competenze interne INAF per lo sviluppo e l'implementazione delle soluzioni. (III) Consolidamento della rete nazionale e internazionale: potenziare il ruolo di SRT e Noto nell'European VLBI Network (EVN) e nella rete VLBI italiana; creare la prima rete radar multistatica italiana composta da Noto, SRT e Croce del Nord per un monitoraggio spaziale di precisione senza precedenti.; sfruttare sinergie internazionali, come quelle con le antenne Meerkat per SRT; rafforzare la posizione dell'Italia come membro della ERIC-LOFAR.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

Il WP vuole potenziare la strumentazione delle facility radio, create con i finanziamenti PON e PNRR, del sud italia. Lo scopo è di aumentare la presenza italiana nel circuito SST e nello Space Weather, due tematiche centrali delle attività spaziali e della difesa. Questi investimenti avranno una doppia valenza in quanto gli aggiornamenti che sono previsti permetteranno anche di incrementare le capacità scientifiche delle facility per aprirle a nuove applicazioni di astronomia Multi-Messaggera.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Stazione di Medicina, Stazione di Noto, Osservatorio di Cagliari

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

Questo WP è finalizzato al potenziamento di facility già esistenti. E' inoltre prevista una nuova stazione LOFAR 2.0 che andrà installata presso la stazione radioastronomica di Noto. Si è, perciò, scelto di coinvolgere l'Osservatorio di Cagliari, la stazione di Noto e la stazione di Medicina perchè sono le sottostrutture dell'INAF che si occupano quotidianamente della manutenzione, dello sviluppo e dell'operatività di queste facility. Proprio per questo motivo, il know-how dello staff sono la migliore garanzia di poter raggiungere gli obiettivi.

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

I costi associati a questo Work Package (WP) riguardano principalmente l'acquisizione di strumentazione tecnico-scientifica e l'impiego di personale dedicato a supporto delle attività pianificate. Per quanto concerne le spese di personale, le stime sono state elaborate in conformità con le tabelle stipendiali previste dal contratto di ricerca a cui l'INAF fa riferimento. I costi relativi alla strumentazione, invece, sono stati definiti basandosi sull'esperienza consolidata del personale delle unità operative quotidianamente impegnate nella gestione delle facilities oggetto degli interventi. Questa expertise ha permesso di acquisire una profonda conoscenza del mercato e degli operatori economici specializzati nei settori pertinenti, consentendo di condurre accurate indagini di mercato a supporto della formulazione dei preventivi di spesa.

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

Il monitoraggio dell'avanzamento del WP avverrà con tre indicatori complementari: indicatore di ambito, ovvero il numero di deliverable e dei prodotti completati sul totale previsto; indicatore di tempo, inteso come varianza del tempo effettivo di raggiungimento delle milestone delle varie attività del progetto rispetto al programma o schedula prevista; indicatore di costo, per ciascuna voce di spesa prevista a budget, verrà monitorata l'effettiva spesa.

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP03

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Infrastrutture Ottiche

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

Ottico

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

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

Italiana

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

Paolo

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

Romano

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

RMNPLA74L13C351C

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

paolo.romano@inaf.it

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

+393471247883

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

Il WP3 ha come obiettivo principale la realizzazione di una rete integrata di infrastrutture ottiche innovative dedicate al monitoraggio solare, alla sorveglianza spaziale e all'astrofisica multi-messaggera. Le tre linee progettuali, pur differenziandosi per finalità scientifiche e architetture strumentali, condividono approcci tecnologici, metodologie di sviluppo e sinergie operative, configurandosi come un'unica piattaforma strategica per l'osservazione del cielo. TANDEM – Telescope Array for Debris Monitoring: La prima linea del WP è dedicata al sistema TANDEM, un telescopio ad alte prestazioni per la sorveglianza dei detriti spaziali (Space Surveillance and Tracking - SST). Si tratta di uno strumento ottico all'avanguardia, concepito per studiare la proliferazione dei detriti spaziali. Migliaia di frammenti, dai più minuscoli ai più estesi, minacciano costantemente satelliti operativi e future missioni, mettendo a rischio la sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali. La funzione principale di TANDEM è la sorveglianza e il tracciamento di questi detriti in orbita terrestre. Il telescopio è specificamente ottimizzato per l'osservazione di oggetti veloci e brillanti, una caratteristica essenziale per monitorare efficacemente i frammenti che sfrecciano a velocità orbitali. TANDEM genererà un flusso massivo di terabyte di dati grezzi ogni giorno, composto da immagini ad alta risoluzione e sequenze temporali di osservazioni. L'analisi di questa enorme mole di dati è fondamentale per la Space Situational Awareness (SSA). Le informazioni raccolte da TANDEM permetteranno di identificare nuovi detriti, caratterizzarne le proprietà, stimarne le orbite con elevata precisione e, crucialmente, prevedere potenziali collisioni. Questo supporto è vitale per le manovre evasive dei satelliti, proteggendo asset preziosi e garantendo la continuità dei servizi spaziali. Il telescopio TANDEM verrà installato presso l'Osservatorio Astronomico GAL-Hassin (con cui l'INAF ha una lunga collaborazione

- vedi lettera di intenti della fondazione Gal Hassin), un sito strategicamente posizionato in Sicilia, Italia. La scelta di questa località è dettata dalle sue eccellenti condizioni osservative, che consentono acquisizioni dati di alta qualità. L'operatività di TANDEM al GAL-Hassin rappresenterà un significativo passo avanti nella capacità italiana ed europea di contribuire al monitoraggio e alla mitigazione del problema dei detriti spaziali. Le attività previste includono: 1) Realizzazione e installazione del telescopio presso il sito; 2) Sviluppo e integrazione del sistema di controllo; 3) Commissioning scientifico con primi target di validazione. **TELESCOPIO SOLARE per lo Space Weather:** Il secondo pilastro del WP è la progettazione e installazione di un nuovo telescopio solare presso l'INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania (OACT), con l'obiettivo di rafforzare le capacità italiane di monitoraggio continuo e duale della fotosfera e cromosfera solare. Lo strumento sostituirà l'attuale infrastruttura operativa, garantendo la continuità nella fornitura di dati allo Space Weather Service Network (SWESNET) dell'ESA, con un sensibile incremento della qualità osservativa e dell'automazione. Il telescopio sarà dotato di due canali full disc (nelle righe H α e CaII-K) e un canale ad alta risoluzione progettato per il monitoraggio prolungato di intere Regioni Attive (AR) con risoluzione di 0.5 arcsec e campo di vista di circa 15' \times 15'. Il sistema sarà totalmente remotizzabile, con capacità di puntamento e tracciamento solare automatico, sincronizzazione tra canali e gestione integrata della cupola. Le attività includono: 1) Progettazione ottico-meccanica del telescopio e dei sottosistemi; 2) Realizzazione della montatura e dei gruppi ottici; 3) Installazione del sistema e predisposizione infrastrutturale; 4) Sviluppo del software di controllo per tutte le componenti meccaniche, ottiche e operative; 5) Calibrazione e validazione scientifica. Il progetto prevede un'interazione stretta con partner industriali per la realizzazione delle componenti meccaniche, ottiche e software, favorendo il trasferimento tecnologico. La natura modulare del design consentirà futuri upgrade e favorirà la replica o adattamento del sistema in altri contesti nazionali o europei. **MEZZOCIELO – Dimostratore per l'Astronomia Multi-Messaggera e SST:** La terza infrastruttura del WP è il dimostratore MezzoCielo, un innovativo telescopio a grandissimo campo basato su un design rifrattivo sferico monocentrico. Il collettore sarà costituito da una struttura sferica di circa 2 metri di diametro, composta da menischi di vetro, riempita con un fluido a basso indice di rifrazione e alta trasparenza. Questo schema consente di re-immaginare metà della sfera celeste su una superficie curva emisferica con aberrazioni sferiche e cromatiche, ma identiche in ogni direzione di vista. Il piano focale sarà popolato da circa 900 telecamere ottiche identiche (5 gradi di diagonale), ognuna dotata di un sensore CMOS da 9.4k \times 9.4k, su scala 1.3 arcsec/pixel, per un totale di circa 8 miliardi di pixel per esposizione. Il telescopio monitorerà costantemente l'intero cielo sopra i 30° di elevazione, per una copertura istantanea di circa 10.000 gradi quadrati. 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 MezzoCielo offrirà un contributo significativo nel campo dei transienti, in particolare all'astrofisica Multi-Messenger, e nell'ambito della Space Situational Awareness (SSA). Tra i possibili oggetti di interesse figurano (ma non solo): 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). Nell'ambito del progetto ASTRASud si prevede la realizzazione di un dimostratore con un collettore da circa 1 metro, formato da 12 menischi disposti secondo una geometria icosaedrica, ottimizzati per il contenimento di un fluido a basso indice di rifrazione e alta trasparenza. In questo contesto, verrà inoltre realizzata e installata una struttura meccanica a culla, progettata per ospitare circa 900 canali ottici correttori. Oltre a fornire il supporto meccanico, questa struttura permetterà la rotazione dei canali ottici, al fine di compensare l'effetto della rotazione terrestre. Sia la sfera ottica che la culla rotante del dimostratore verranno installate all'interno di una cupola dedicata, attualmente in costruzione presso il SunLab di Sos Enattos, in Sardegna. Questo sito è considerato uno dei potenziali candidati per l'Einstein Telescope. Parallelamente, si procederà alla progettazione del canale ottico correttore, ponendo particolare attenzione non solo alle prestazioni ottiche, ma anche ai requisiti di produzione e integrazione su larga scala. Ogni componente sarà sviluppato tenendo conto delle esigenze di industrializzazione, ovvero la capacità di produrre ed integrare migliaia di unità identiche tramite processi automatici o semi-automatici, garantendo qualità, ripetibilità e costi competitivi. Questa fase sarà svolta in collaborazione con aziende interessate del settore. Si prevede inoltre di realizzare un prototipo del canale ottico correttore e di testarne le prestazioni. Infine, verrà progettato, realizzato e testato un prototipo dell'architettura hardware e software del sistema di acquisizione e pre-processamento dei dati, con un'ottica orientata alla gestione di big data. Questa attività sarà condotta in stretta sinergia con le attività scientifiche e includerà l'implementazione delle principali pipeline di riduzione dati scientifici. Le attività previste includono: 1) progettazione e realizzazione del collettore ottico e della culla rotante; 2) produzione e test dei primi petali (menischi di vetro); 3) prototipazione dei canali ottici correttori, ottimizzati anche per la produzione seriale; 4) sviluppo di un'architettura hardware/software per l'acquisizione e il pre-processing dei dati; 5) sviluppo del sistema hardware/software per gestione e pre-processing dei big data scientifici. **Approccio integrato del WP:** Pur

nella loro diversità funzionale, i tre sistemi condividono una visione progettuale unificata fondata su: 1) interoperabilità tra software di controllo e acquisizione; 2) uso di protocolli standard per il dialogo macchina-macchina; 3) forte coinvolgimento di partner industriali nazionali per lo sviluppo di componenti ottici, meccanici e software; 4) scalabilità e modularità, per adattabilità e replicabilità in contesti futuri. Questa rete di telescopi ottici avanzati permetterà all'Italia di disporre di una infrastruttura osservativa distribuita e sinergica, abilitante per nuove scoperte scientifiche, operazioni di sicurezza spaziale e partecipazione attiva alle principali reti internazionali nel settore solare, SST e multi-messaggero.

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

Nell'ambito dell'innovazione scientifica e tecnologica applicata all'astronomia ottica e all'osservazione spaziale, sono proposte tre iniziative di rilevanza strategica: Telescopio Solare, TANDEM e MezzoCielo. Questi progetti, pur focalizzandosi in finalità e ambiti specifici diversi, condividono un approccio orientato all'automazione avanzata, all'integrazione di componenti ottico-meccaniche di precisione e allo sviluppo di software proprietari per il controllo remoto e l'analisi dei dati. L'obiettivo comune è quello di dotare la comunità di strumenti all'avanguardia per l'osservazione del Sole, il monitoraggio dei detriti spaziali e la sperimentazione di nuove architetture ottiche orientate alle osservazioni multi-messaggero. I progetti prevedono il coinvolgimento attivo del sistema industriale nazionale, promuovendo sinergie tra enti di ricerca, università e aziende per la progettazione, realizzazione e validazione di soluzioni tecnologiche avanzate. Le sezioni seguenti illustrano nel dettaglio le specifiche attività previste per ciascun progetto: TELESCOPIO SOLARE: Il progetto prevede la realizzazione di un innovativo telescopio solare a tre canali, con i seguenti obiettivi realizzativi riportati di seguito. La costruzione del sistema ottico a triplo canale, di cui due destinati all'osservazione del disco solare completo e uno ad alta risoluzione per l'analisi delle Regioni Attive in cromosfera. La progettazione e costruzione dell'intero sistema ottico-meccanico, comprensivo delle componenti strutturali, ottiche e di movimento. Lo sviluppo e implementazione del software di controllo della cupola, per una gestione automatizzata e sicura dell'ambiente di osservazione. La realizzazione di un software proprietario di coordinamento delle funzionalità del telescopio, comprendente il puntamento automatico del Sole, il tracciamento continuo, il posizionamento dinamico dei filtri, la messa a fuoco automatica, il controllo remoto, l'automazione completa del ciclo osservativo, il logging diagnostico e gestione degli errori e l'interfaccia web per l'operatività utente. Infine la validazione scientifica dell'intero sistema, con rilascio regolare dei dati acquisiti alla comunità scientifica. E' previsto il coinvolgimento dell'industria nazionale nella progettazione, produzione e assemblaggio delle componenti meccaniche e ottiche, a sostegno della filiera tecnologica nazionale. TANDEM: Il progetto TANDEM si propone di sviluppare una piattaforma osservativa autonoma per la sorveglianza e caratterizzazione dei detriti spaziali, con i seguenti obiettivi realizzativi riportati di seguito. L'installazione del telescopio TANDEM presso l'osservatorio Gal Hassin. La messa in funzione e collaudo del software di controllo, con capacità operative autonome. Il commissioning completo del sistema e verifica delle prestazioni scientifiche in ambito Space Situational Awareness (SSA). MEZZOCIELO: Il progetto MezzoCielo mira allo sviluppo di un dimostratore tecnologico basato su una nuova architettura ottica sferica monocentrica. Gli obiettivi realizzativi attesi sono riportati di seguito. La progettazione e costruzione del collettore rifrattivo sferico monocentrico e della piattaforma a culla rotante per il supporto e l'allineamento dei canali ottici correttori. L'installazione e validazione del sistema presso la cupola dedicata del SunLab, situato al SoS Enattos (Sardegna). La finalizzazione del design opto-meccanico dei canali correttori, ottimizzato per la produzione di massa, in collaborazione con partner industriali. La prototipazione e verifica funzionale dei canali correttori, secondo criteri di integrazione e allineamento replicabili su larga scala. La definizione e sviluppo del sistema hardware e software di acquisizione e pre-processing dei dati, comprensivo di specifiche di sistema e requisiti funzionali, implementazione e test delle componenti hardware e software e realizzazione delle pipeline di riduzione dati scientifici.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

Realizzare un'infrastruttura ottica all'avanguardia, concepita come una rete integrata di telescopi che copre tre ambiti strategici nel panorama scientifico e operativo spaziale: il monitoraggio solare con finalità legate allo Space Weather, la sorveglianza dello spazio circumterrestre e l'astrofisica multi-messaggera. L'infrastruttura rafforzerà il ruolo italiano nelle reti internazionali di Space Weather, SSA e astronomia transiente, favorendo il trasferimento tecnologico e lo sviluppo software per l'elaborazione avanzata dei dati.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Osservatorio Astronomico di Palermo, Osservatorio Astrofisico di Catania, Osservatorio di Cagliari, Osservatorio Astronomico di Padova

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

Le tre unità di ricerca coinvolte – OACt, OAPa e OAPd – sono state selezionate per le loro competenze mirate ai campi della presente proposta. Tutte dispongono di personale altamente esperto e vantano una lunga e consolidata esperienza nell'ambito dei telescopi ottici, delle osservazioni solari e dell'astronomia ottica nonché un grande numero di collaborazioni nazionali e internazionali. La loro expertise combinata è fondamentale per il successo del progetto.

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

Il budget complessivo del WP3 è stato determinato attraverso un'attenta analisi delle specifiche tecniche, dei costi storici di progetti analoghi e dei dati ottenuti da indagini di mercato. La stima copre l'intero ciclo di vita delle tre infrastrutture previste (TANDEM, Telescopio Solare e MezzoCielo), dalla progettazione alla messa in opera, garantendo una realizzazione sostenibile, efficace e allineata agli obiettivi scientifici del progetto. Per il sistema TANDEM, destinato alla sorveglianza ottica dei detriti spaziali in ambito SSA, il budget è stato elaborato sulla base di preventivi, integrati da una stima delle necessità logistiche, infrastrutturali e informatiche. Include l'acquisto del telescopio, il sistema di controllo, l'infrastrutturazione presso il sito del GAL-Hassin e il server per l'archiviazione dati. Le valutazioni tengono conto della capacità del sistema di operare autonomamente e in sinergia con altri nodi della rete europea SST, contribuendo alla sicurezza spaziale. I costi sono coerenti con le esperienze di progetti simili e sono stati calcolati tenendo conto dell'elevata precisione richiesta per il tracciamento e l'analisi orbitale degli oggetti in orbita bassa e geostazionaria. Per il nuovo telescopio solare, il budget include tutte le voci necessarie alla realizzazione di uno strumento a tre canali (due full disc e uno ad alta risoluzione), completo di ottica, montatura, software di controllo integrato e interfaccia utente. Sono previste spese per l'acquisizione di rifrattori ad alte prestazioni, filtri interferenziali per righe H α e CaII-K, camere scientifiche, montatura equatoriale automatizzata e sviluppo software dedicato al puntamento, tracciamento e controllo osservativo. Il budget contempla inoltre la riconversione della piattaforma esistente per ospitare il nuovo sistema. L'intero investimento è finalizzato a garantire un'osservazione continua e affidabile del Sole a supporto dei servizi internazionali di Space Weather, con capacità operative pienamente remotizzabili. I costi sono giustificati da richieste industriali, da casi recenti di sviluppo di strumenti simili e da stime aggiornate basate su componenti modulari commerciali, che assicurano sostenibilità e riduzione dei rischi. Il dimostratore MezzoCielo, infine, costituisce il progetto più sperimentale del WP, orientato all'astrofisica multi-messaggera, dei transienti e alla SSA mediante un'architettura ottica innovativa e replicabile. Il budget previsto include la realizzazione di una struttura rifrattiva sferica monocentrica di classe un metro, 12 menischi in vetro ottico, la piattaforma a culla rotante, l'approvvigionamento del fluido ottico (perfluoroetano), la prototipazione di uno o più canali ottici correttori e l'infrastruttura hardware e software per l'acquisizione, il pre-processing e la gestione di big data. Sono inoltre previste spese per il server di storage ad alta capacità e l'assunzione di 4 unità di personale qualificato per 24 mesi. L'intero impianto è stato valutato congiuntamente a imprese del settore e riflette l'obiettivo di sviluppare componenti ottici e meccanici su scala industriale. L'idoneità del budget è confermata dall'aderenza tra le voci di spesa e le attività realizzative previste, dalla modularità delle soluzioni adottate e dalla possibilità di future espansioni. Le stime di costo risultano coerenti con i prezzi di mercato aggiornati e con la letteratura tecnico-scientifica, mentre l'integrazione di risorse umane aggiuntive assicura il supporto ingegneristico necessario alla realizzazione, gestione e validazione dei sistemi.

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

Il monitoraggio dell'avanzamento del WP3 sarà effettuato tramite tre indicatori principali: di ambito, valutando il numero di deliverable, prodotti e prototipi realizzati rispetto a quanto previsto; di tempo, attraverso la varianza tra le milestone raggiunte e quelle pianificate; di costo, analizzando lo scostamento tra spese sostenute e budget assegnato per ciascuna attività.

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP04

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Space Surveillance and Tracking

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

SST

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

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

Italiana

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

Giuseppina

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

Micela

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

GPPMCL59H66G273D

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

giuseppina.micela@inaf.it

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

091 233231

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

L'ambiente spaziale riveste un ruolo crescente per le infrastrutture e i servizi moderni, inclusi telecomunicazioni, navigazione e osservazione della Terra. Contemporaneamente, si registra un costante aumento del numero di oggetti in orbita, sia satelliti operativi che detriti spaziali. Tale incremento della popolazione orbitale comporta una maggiore probabilità di incontri ravvicinati tra oggetti, richiedendo un'attenzione crescente alla gestione del traffico spaziale. In questo contesto, la Space Surveillance and Tracking (SST) rappresenta una capacità tecnica e operativa fondamentale. L'SST comprende le attività di rilevamento, tracciamento, catalogazione e caratterizzazione degli oggetti in orbita terrestre. Il suo obiettivo primario è fornire una consapevolezza accurata della situazione spaziale, essenziale per supportare la sicurezza delle operazioni satellitari e mitigare i rischi derivanti da potenziali collisioni. Il presente WP si propone di potenziare le capacità di SST attraverso lo sviluppo di metodologie avanzate di data processing, la creazione di algoritmi innovativi, e la calibrazione e validazione rigorosa dei sistemi di acquisizione e analisi dati. L'obiettivo è migliorare l'accuratezza e l'efficienza nella caratterizzazione degli oggetti spaziali, contribuendo così al consolidamento delle capacità nazionali e internazionali nel settore della Space Surveillance and Tracking necessario per supportare la sicurezza delle operazioni spaziali e la gestione del rischio legato alla proliferazione di oggetti in orbita, sia satelliti attivi che detriti. Il WP articola le proprie attività in tre aree principali: il potenziamento dell'infrastruttura di calcolo, lo sviluppo di algoritmi avanzati e l'applicazione dell'intelligenza artificiale per l'analisi dei dati, e infine, una fase rigorosa di calibrazione e validazione scientifica. La prima area prevede l'acquisizione di hardware di calcolo allo stato dell'arte, un

componente essenziale per gestire i volumi di dati generati dai sensori SST e per eseguire algoritmi computazionalmente intensivi. L'infrastruttura includerà server ad alte prestazioni, unità di elaborazione grafica (GPU) e soluzioni di storage ad alta capacità. Queste risorse saranno dedicate al supporto delle pipeline di data processing e all'addestramento di modelli complessi di Intelligenza Artificiale. Le attività comprenderanno l'installazione fisica, la configurazione e l'ottimizzazione di questo hardware, assicurandone la piena integrazione con le infrastrutture di rete esistenti. Il WP garantirà inoltre il necessario supporto computazionale per l'elaborazione dei flussi di dati provenienti da sensori ottici e da sensori radio. L'obiettivo è creare una piattaforma robusta e scalabile per l'analisi dei dati multi-sensore. La seconda area include lo sviluppo di Algoritmi Avanzati per Data Processing e Intelligenza Artificiale (AI): Il cuore di questo WP è lo sviluppo di software specializzato e algoritmi innovativi per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati SST. Le attività comprendono: a) Pipeline di Riduzione Dati: Progettazione e implementazione di sequenze automatizzate per la pre-elaborazione dei dati grezzi. Questo include procedure standard di calibrazione (es. correzione del bias, flat field, sottrazione del fondo cielo per l'ottico; compensazione del rumore e delle distorsioni per il radio), allineamento spaziale e normalizzazione dei segnali. b) Algoritmi di Rilevamento e Tracking: Sviluppo di algoritmi per l'identificazione automatica e il tracciamento preciso di oggetti spaziali, anche in condizioni osservative sfavorevoli (es. bassa luminosità per l'ottico, basso segnale-rumore per il radio). Questo è cruciale per la creazione e l'aggiornamento continuo di un catalogo accurato di oggetti in orbita. c) caratterizzazione degli oggetti tramite AI: Particolare enfasi sarà posta sull'applicazione dell'Intelligenza Artificiale e del Machine Learning (ML/DL) per la caratterizzazione approfondita degli oggetti spaziali. Gli algoritmi saranno sviluppati per la Classificazione (Determinazione della tipologia di oggetto, es. satellite operativo, stadio di razzo dismesso, frammento di collisione) basandosi su una combinazione di parametri orbitali e altre proprietà osservative; per la determinazione della natura e origine: (proprietà fisiche dei materiali come la composizione e la riflettività) tramite l'analisi di dati fotometrici multibanda e delle caratteristiche radar, e correlare gli oggetti a eventi di frammentazione noti per determinarne l'origine specifica; per la stima di proprietà fisiche grazie all'utilizzo di modelli di AI per stimare dimensioni, forma e stato di rotazione dei detriti, fornendo dettagli cruciali per la modellazione del rischio. La terza area comprende la calibrazione e la validazione scientifica: Questa fase è essenziale per garantire l'accuratezza e l'affidabilità dell'intero sistema SST. Le attività comprendono la pianificazione e esecuzione di campagne di calibrazione e l'individuazione e caratterizzazione di Calibratori: Un aspetto critico sarà la ricerca, la selezione e la caratterizzazione di oggetti spaziali noti da utilizzare come punti di riferimento per la calibrazione. Questi calibratori (es. satelliti con caratteristiche geometriche e materiali ben definiti) saranno fondamentali per la calibrazione dei sensori e per la validazione delle prestazioni degli algoritmi di caratterizzazione basati su AI. In sintesi, questo Work Package rappresenta un investimento strategico nel rafforzamento delle capacità di Space Surveillance and Tracking. L'integrazione di hardware di calcolo avanzato, lo sviluppo di algoritmi innovativi basati sull'AI e un processo rigoroso di calibrazione e validazione mirano a fornire una consapevolezza spaziale di qualità superiore, essenziale per la sicurezza e la sostenibilità dell'ambiente orbitale.

➤ 11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP

Il primo pilastro realizzativo funzionale agli obiettivi principali è l'infrastruttura computazionale. Verrà implementato un Centro di Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC) specificamente ottimizzato per carichi di lavoro intensivi. Questo include server con unità di elaborazione grafica (GPU) dedicate all'addestramento e all'inferenza AI, e sistemi di storage stratificato (FLASH per accesso rapido e alta capacità per archiviazione dati grezzi, modelli e risultati). Saranno integrate schede di digitalizzazione e sistemi di sincronizzazione GPS per misure precise di range, connesse da una rete ad alta velocità (Infiniband/Ethernet). Il primo obiettivo consiste nello sviluppo di una pipeline all'avanguardia per la riduzione dati in banda ottica, specificamente progettata per i telescopi sviluppati dal team. Questa pipeline andrà oltre le procedure standard di riduzione dati astronomica (correzione bias, flat field, sottrazione fondo cielo). Integrerà funzionalità avanzate e algoritmi specifici per oggetti veloci e brillanti, includendo: ottimizzazione della configurazione dei telescopi per massimizzare l'efficienza di rilevamento; astrometria di precisione con gestione delle distorsioni; selezione automatica di stelle di riferimento; estrazione fotometrica in modalità tracking siderale; e correzione per la contaminazione stellare. La pipeline sarà progettata per l'integrazione e il controllo remoto, abilitando un'operatività robotizzata. Il secondo obiettivo è lo sviluppo di algoritmi all'avanguardia. Per il radar, si realizzeranno algoritmi per la determinazione orbitale usando dati dalla parabola di Noto, la caratterizzazione dei target e misure di range precise. Per i sensori ottici, si svilupperanno procedure specifiche. Verranno inoltre sviluppati algoritmi AI per identificare la natura dei detriti tramite fotometria multibanda e per determinarne l'origine combinando dinamica e fotometria. Un elemento chiave sarà lo sviluppo di algoritmi di data fusion per integrare i dati di diversi sensori della rete, aumentando le performance osservative complessive. Sarà inoltre sviluppato software per il tracciamento e il

tasking ottimale dei sensori ottici e radar. Infine, un obiettivo cruciale è la calibrazione e validazione del sistema. Si effettueranno osservazioni di calibratori noti per tarare i sensori proposti per SST e si procederà alla verifica rigorosa dei risultati della campagna di calibrazione, utilizzando effemeridi accurate dei satelliti. Queste realizzazioni congiunte abiliteranno una caratterizzazione dettagliata dei detriti, un affinamento della previsione di collisioni, il rilevamento e tracciamento automatizzato di nuovi oggetti e un supporto critico per la sicurezza spaziale a lungo termine.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

La finalità di questo WP è la creazione di una capacità avanzata e integrata per la Space Surveillance and Tracking (SST), cruciale per mitigare la crescente minaccia dei detriti spaziali. Ciò si concretizzerà attraverso la realizzazione di un'infrastruttura di calcolo all'avanguardia, la preparazione della pipeline di riduzione dei dati, lo sviluppo di algoritmi innovativi (anche basati su AI) e l'implementazione di processi rigorosi di calibrazione e validazione.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Osservatorio Astronomico di Padova, Osservatorio Astronomico di Palermo, Stazione di Noto

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

Le unità di ricerca coinvolte nel progetto vantano una lunga e consolidata tradizione nei rispettivi campi, assicurando una copertura completa delle competenze necessarie al raggiungimento dell'obiettivo finale. Le prime due unità, IRA/Medicina e IRA/Noto, sono specializzate nell'osservazione e nell'analisi dei dati in banda radio. Le ultime due, OAPa e OAPd, apportano invece competenze dettagliate nel campo dell'ottica. Questa combinazione strategica di gruppi di ricerca, arricchita da anni di esperienza, garantisce la sinergia ottimale per il successo del progetto.

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

Per garantire la massima efficienza nel raggiungimento degli obiettivi del Work Package (WP), tutte le attività sono state identificate con precisione. Il budget associato è stato costruito dettagliando le voci di spesa legate ai diversi task del progetto. I valori sono il risultato della somma dei costi inerenti ai singoli task basandosi su indagini di mercato approfondite o su preventivi specifici richiesti ad aziende direttamente per questa proposta. Per quanto riguarda il costo del personale, questo si fonda sui valori tabellari previsti dal contratto di lavoro a cui l'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica) afferisce.

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

Il monitoraggio dell'avanzamento del WP avverrà con tre indicatori complementari: indicatore di ambito, ovvero il numero di deliverable e dei prodotti completati sul totale previsto; indicatore di tempo, inteso come varianza del tempo effettivo di raggiungimento delle milestone delle varie attività del progetto rispetto al programma o schedula prevista; indicatore di costo, per ciascuna voce di spesa prevista a budget, verrà monitorata l'effettiva spesa.

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP05

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Space Weather

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

SW

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

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

Italiana

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

Alberto Paolo

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

Pelizzoni

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

PLLLRT71R27F205U

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

alberto.pelizzoni@inaf.it

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

+39 3665018322

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

Il personale INAF-OAC e INAF-IRA è coinvolto dal 2018 in progetti di osservazione radio-solare, sia per finalità scientifiche che applicative nell'ambito dello Space Weather (SWx), anche in collaborazione con l'Aeronautica Militare Italiana. Entro i progetti condotti con i grandi radiotelescopi INAF (progetto SunDish: <https://sites.google.com/inaf.it/sundish>) e i progetti di monitoraggio continuativo in Antartide (progetto Solaris: <https://sites.google.com/inaf.it/solaris>), sono state sviluppate competenze specifiche di SWx e sicurezza aerospaziale, sul piano delle tecnologie abilitanti nel settore radiofrequenze e nella produzione di dati scientifici, fornendo un contributo unico a livello internazionale. Anche INAF-OACT è fortemente impegnato nello studio dello SWx, con attività di osservazione, modellazione e previsione dell'ambiente eliosferico e della sua interazione con la magnetosfera terrestre. Partecipa al progetto SWESNET dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), contribuendo allo sviluppo di servizi innovativi per il monitoraggio in tempo reale e la mitigazione degli effetti del meteo spaziale su infrastrutture tecnologiche terrestri e spaziali. Le competenze scientifiche e tecnologiche di OACT trovano riscontro anche nella partecipazione attiva a prestigiose missioni spaziali, tra cui: Metis, coronografo a bordo della missione ESA Solar Orbiter, per l'osservazione della corona e del vento solare; EUVST (Extreme Ultraviolet High-Throughput Spectroscopic Telescope), a bordo della missione giapponese Solar-C, focalizzato sull'analisi spettrale dell'atmosfera solare; MUSE (Multi-slit Solar Explorer), missione NASA orientata allo studio dinamico della corona solare attraverso spettroscopia multi-fenditura. OACT è un riferimento nel panorama internazionale della ricerca solare e dell'astrofisica spaziale, con un ruolo strategico nello sviluppo di infrastrutture e competenze per l'osservazione e la comprensione del Sole e dei suoi effetti sull'ambiente circumterrestre. Questo WP si propone di ottimizzare le risorse osservative esistenti, in un'ottica di sviluppo scientifico e di applicazioni per servizi nell'ambito dello SWx. Sulla base dell'esperienza acquisita in osservazioni radio-solari con le antenne INAF e applicazioni di SWx, si intende ampliare la rete includendo il radiotelescopio di Noto (SR). Inoltre, si produrrà non solo "Space Weather Science", ma anche "Space Weather Services" aumentando qualità, frequenza ed efficienza delle osservazioni. Si miglioreranno le performance di osservazione solare con i nuovi ricevitori tri-band della rete INAF, dotandoli di backend adeguati a coprire simultaneamente 6 punti spettrali full-stokes nella banda 18-116 GHz (un monitoraggio completo della cromosfera solare unico al mondo). Lo sviluppo di un sistema di gestione e disseminazione in semi-realtime dei prodotti osservativi radio-solari è tra gli obiettivi primari del WP. I principali item per il raggiungimento degli obiettivi sono:

(1) Implementazione di modalità osservative solari per l'antenna di Noto: backend per il ricevitore PON tri-band, con 2 canali in frequenza per ogni banda (6 schede SKARAB); (2) Ottimizzazione delle osservazioni solari a SRT: sviluppo tecnologia "Sun agility" tramite (a) remotizzazione e applicazioni per flessibilità del range dinamico; (b) ottimizzazione delle configurazioni del backend SKARAB; (3) Progettazione e implementazione di un sistema per la realizzazione, gestione e disseminazione dei prodotti osservativi radio-solari per applicazioni di SWx e sicurezza aerospaziale. Forte sinergia con partner industriali, per la creazione di un portale dedicato e l'interazione con realtà esterne interessate a usufruire dei prodotti osservativi; (4) Risorse umane per lo sviluppo del sistema e operazioni SWx radio-solari: 2 TD (Tecnologo/Ricercatore); (5) Sviluppo di software scientifico per la produzione automatizzata di dati solari ottici calibrati (full disc e alta risoluzione) nelle righe Ha e CaII-K, e generazione di prodotti osservativi avanzati utili alla modellazione e previsione di eventi di SWx. L'attività include la progettazione della pipeline di elaborazione, l'implementazione di algoritmi per l'estrazione di parametri fisici e morfologici dalle Regioni Attive, e la validazione scientifica dei dataset generati; (6) Implementazione di algoritmi per l'identificazione e il tracciamento automatico delle Regioni Attive nell'ottico, con potenziale utilizzo in ambiti previsionali e di allerta SWx. Costruzione di strumenti digitali per la fruizione e visualizzazione dei dati ottici, comprensivi di annotazioni automatiche e strumenti di confronto multi-banda con dati radio e EUV.

➤ 11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP

1 - Tecnologie "Solar Agility" in banda radio per SWx
Requisiti: (1.r.a) Modalità operative per osservazioni solari nei radiotelescopi INAF attivabili in tempo reale: aumento dell'efficienza e periodicità delle osservazioni solari; (1.r.b) Maggiore range dinamico che copra Sole Quiet, Regioni Attive (AR) e Brillamenti: sistema unico di monitoraggio di tutta la fenomenologia della cromosfera solare in un'ottica di SWx forecast; (1.r.c) Capacità di realizzare osservazioni simultanee multi-banda con misure spettrali 18-116 GHz: possibilità di caratterizzare lo spettro delle componenti di gyro-resonance delle AR come indicatore precursore di brillamenti/CME
Implementazione: (1.i.a) Sistema di controllo di attenuazione remotizzata del segnale tramite tecnologia de-bias GAIA (innovativa a livello internazionale); (1.i.b) Sviluppo di backend applicati ai ricevitori tri-band della rete INAF
2 - Elaborazione e gestione prodotti osservativi radio SWx
Requisiti: (2.r.a) Sistema di archiviazione dei prodotti osservativi radio-solari nazionali (immagini e spettri dinamici); (2.r.b) Elaborazione automatica dei prodotti radio-solari: individuazione dei parametri di interesse per lo SWx (es. variazioni di brillantezza e spettro delle AR che preludono a brillamenti) e servizio di alert; (2.r.c) Portale per la disseminazione dei prodotti e monitoring degli eventi associati a brillamenti/CME
Implementazione: (2.i.a) Pipeline livello 1: produzione e calibrazione automatica dei prodotti solari di primo livello (immagini e spettri dinamici) a partire dai dati raw; (2.i.b) Pipeline livello 2: analisi automatica di immagini e spettri (con tecniche di machine learning e AI) per identificazione di AR e fenomeni di interesse per lo SWx (prodotti di secondo livello); (2.i.c) Pipeline per rappresentare/visualizzare i prodotti di primo e secondo livello in tempo quasi-reale su portale web, con alert SWx; (2.i.d) Pipeline di archiviazione e browsing dei prodotti
3 - Elaborazione e gestione prodotti osservativi ottici SWx
Requisiti: (3.r.a) Necessità di dati continui ad alta affidabilità nelle righe Ha e CaII-K per la caratterizzazione delle Regioni Attive (AR) e l'identificazione precoce di fenomeni con potenziale impatto SWx; (3.r.b) Prodotti scientifici standardizzati, interoperabili e integrabili in ambienti SWx europei; (3.r.c) Automatizzazione della catena dati: dalla fase osservativa alla generazione di indici fisici e mappe diagnostiche; (3.r.d) Conformità agli standard per il rilascio open e la riproducibilità dei risultati;
Implementazione: (3.i.a) Progettazione e sviluppo di software per l'automazione della catena osservativa: controllo camere, sincronizzazione, gestione multi-canale; (3.i.b) Pipeline per la calibrazione automatica delle immagini Ha e CaII-K, con algoritmi di correzione del flatfield, rimozione artefatti, allineamento spazio-temporale; (3.i.c) Generazione di prodotti di primo livello (immagini calibrate) e secondo livello (mappe cromosferiche, indici morfologici e di complessità); (3.i.d) Sviluppo di tool scientifici per l'analisi delle AR: classificazione automatica e tracciamento della loro evoluzione; (3.i.e) Validazione scientifica su eventi campione, con benchmark per valutare l'affidabilità dei prodotti
4 - Integrazione e disseminazione prodotti SWx multi-banda
Requisiti: (4.r.a) Distribuzione tempestiva e strutturata dei dati ottici nei sistemi di supporto alle decisioni e nei portali SWx; (4.r.b) Allineamento con i requisiti tecnici per formato, frequenza, metadati e protocolli di scambio; (4.r.c) Integrazione multi-banda: fusione dei dati ottici, radio, EUV e magnetici; (4.r.d) Disponibilità di strumenti per la visualizzazione sinottica e l'analisi comparativa tra osservabili
Implementazione: (4.i.a) Realizzazione di interfacce software (API, middleware) per la pubblicazione e condivisione di prodotti ottici in tempo quasi reale; (4.i.b) Sviluppo di moduli per l'esportazione automatica dei dati nei formati richiesti da ESA e altri enti internazionali; (4.i.c) Integrazione con sistemi radio INAF per viste multi-osservabile e alert combinati; (4.i.d) Costruzione di dashboard e strumenti di analisi per operatori e utenti finali in ambito SWx, con possibilità di annotazione automatica e query storiche

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

Integrare la “Space Weather Science” con “Space Weather Services” aumentando efficienza, qualità e frequenza delle osservazioni solari. Sviluppo di tecnologie innovative per imaging solare multi-banda ad alto range dinamico e alta risoluzione, configurazioni ottimizzate per osservazioni solari e servizi di SWx. Potenziamento capacità scientifica e industriale per offrire servizi di SWx mediante i prodotti osservativi (diffusione di immagini solari e relativi indicatori SWx in tempo semi-reale).

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Osservatorio Astrofisico di Catania, Osservatorio di Cagliari, Stazione di Noto, Stazione di Medicina

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

INAF-OAC, IRA-MED e in prospettiva IRA-NOTO sono coinvolte in innovativi progetti scientifici e tecnologici di osservazione radio-solare e applicazioni di Space Weather. INAF-OACT è uno dei principali centri italiani per lo studio del Sole e Space Weather e gestisce il Telescopio Solare di Catania, una storica infrastruttura scientifica dedicata all'osservazione continua dell'atmosfera solare in banda ottica, fornendo dati alla rete europea SWESNET.

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

Ogni voce di costo proposta è stata quantificata in base a: (1) costi standard industriali per l'erogazione di beni e servizi (analisi di mercato, consulenze industriali, preventivi informali dalle aziende che hanno espresso interesse al progetto); (2) costi standard degli Enti Pubblici di Ricerca riguardo a importi per il reclutamento del personale a tempo determinato e altre voci specifiche EpR/Pubblica Amministrazione.

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

Il monitoraggio dell'avanzamento del WP avverrà con tre indicatori complementari: indicatore di ambito, ovvero il numero di deliverable e dei prodotti completati sul totale previsto; indicatore di tempo, inteso come varianza del tempo effettivo di raggiungimento delle milestone delle varie attività del progetto rispetto al programma o schedula prevista; indicatore di costo, per ciascuna voce di spesa prevista a budget, verrà monitorata l'effettiva spesa.

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP06

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Astronomia Multi-Messaggera

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

Multi-Messaggera

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

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

Italiana

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

Carmelo

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

Arcidiacono

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

RCDCML76M18C351T

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

carmelo.arcidiacono@inaf.it

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

049 82935414

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

Le onde gravitazionali, la cui osservazione diretta è stata compiuta per la prima volta nel 2015, sono increspature nel tessuto spazio-temporale prodotte da eventi cosmici violenti e con proprietà fisiche estreme, come la fusione di buchi neri o stelle di neutroni. In particolare, l'osservazione delle onde gravitazionali prodotte dall'evento GW170817 ha segnato uno snodo fondamentale nella storia della fisica, sancendo la nascita della cosiddetta astronomia "multi-messaggera". Essa consiste nello studio del cosmo combinando l'informazione di più "messaggeri" come ad esempio le onde elettromagnetiche e le onde gravitazionali. Infatti, da un lato, l'evento GW170817, prodotto dalla fusione di due stelle di neutroni, è stato osservato contemporaneamente dai due rivelatori di onde gravitazionali LIGO, situati negli Stati Uniti, e dal rivelatore VIRGO, situato in Italia. La triangolazione dei dati dei tre strumenti ha così permesso di identificare una zona di cielo dalla quale l'onda gravitazionale era stata emessa. A quel punto sono entrate in gioco le competenze astrofisiche di INAF nella gestione di telescopi operanti in tutte le bande elettromagnetiche e nella capacità di accesso alle più importanti facilities osservative di tutto il mondo, da terra e dallo spazio. Un'azione coordinata a livello mondiale, che ha coinvolto oltre 70 telescopi, ha dunque permesso per la prima volta di rivelare l'emissione elettromagnetica (raggi gamma, raggi X, luce visibile, emissione infrarossa, onde radio) prodotta dalla collisione delle due stelle di neutroni che avevano generato l'onda gravitazionale. Questa sinergia osservativa ha spalancato prospettive senza precedenti in fisica fondamentale, sull'origine degli elementi pesanti e sulla comprensione delle sorgenti di onde gravitazionali. Negli anni a venire, l'avvento di nuove potentissime infrastrutture per la rivelazione di onde gravitazionali, in primis Einstein Telescope (ET), con l'Italia del Sud (Sardegna) prima candidata ad ospitarlo, moltiplicherà gli eventi simili a GW170817, richiedendo una pianificazione sinergica delle capacità italiane nel campo dell'astrofisica multi-messaggera. In coerenza con le esigenze scientifiche poste dall'avvento di ET e della nuova astrofisica multi-messaggera, l'INAF punta ad investire sulla rete di infrastrutture distribuite nel Mezzogiorno che dispone già, strategicamente configurabili per contribuire all'osservazione del fenomeno multi-messaggero. Più esattamente, il Sardinia Radio Telescope (SRT) localizzato a San Basilio in Sardegna, il radiotelescopio di Noto localizzato in Sicilia, il radiotelescopio LOW Frequency Array (LOFAR) che si vuole installare sempre nel sito osservativo di Noto ed infine il nuovo telescopio ottico Mezzocielo che si vuole costruire presso il ET-SUnLab (Einstein Telescope Sardinia Underground Laboratory), futuro centro di ricerca che sarà costruito nell'area della miniera di Sos Enattos, candidata a ospitare l'osservatorio di onde gravitazionali ET, sono infrastrutture INAF che presentano caratteristiche estremamente promettenti per lo studio delle controparti elettromagnetiche dei segnali di onde gravitazionali. Con l'obiettivo di potenziare le capacità osservative dedicate all'astronomia multi-messaggera le attività del WP6 di ASTRASud si concentreranno sulle seguenti infrastrutture: (I) SRT potrà rispondere in maniera celere e flessibile alle allerte di onde gravitazionali effettuando follow-up su un ampio intervallo di frequenze radio; (II) Il radiotelescopio di Noto, che, insieme a SRT, opera nella rete internazionale VLBI, sarà indispensabile per fornire informazioni ad alta risoluzione spaziale, cruciali per completare il quadro degli eventi cosmici violenti rivelati dalle onde gravitazionali; (III) LOFAR coprirà simultaneamente gran parte del cielo nord

alle frequenze radio più basse, con ciò favorendo rivelazione di fenomeni “transienti” anche in assenza di “allerte”; (IV) MezzoCielo costituirà uno strumento unico nel panorama internazionale dei telescopi terrestri di grande apertura, essendo potenzialmente in grado di prendere immagini contemporaneamente da tutto il cielo visibile. Le sue uniche capacità ottiche ne fanno lo strumento ideale per individuare sorgenti luminose di tipo “transiente”, quali ad esempio le controparti elettromagnetiche di eventi associati all’emissione di onde gravitazionali (afterglow di GRB, kilonovae e supernovae) oppure le rapide tracce associate agli oggetti in orbita. Con l’obiettivo di un potenziamento dell’astronomia multi-messaggera sia italiana, sia internazionale, ed in perfetta sintonia con le aspettative scientifiche generate da ET, questo WP coniuga il potenziamento delle menzionate infrastrutture di Ricerca dell’INAF con nuove tecnologie hardware e software. In particolare, si propone di potenziare la flessibilità delle infrastrutture di Ricerca nel rispondere rapidamente ad allerte di onde gravitazionali o altri fenomeni “transienti”, implementando un sistema di schedulazione dinamica delle osservazioni e di remotizzazione (o robotizzazione) delle stesse. Si propone di sviluppare strategie osservative, pacchetti software e algoritmi per efficientare il calcolo, minimizzare lo spazio di storage e ricavare il massimo ritorno scientifico dai dati osservativi generati durante il follow-up elettromagnetico di onde gravitazionali e degli altri eventi che producono emissioni “transienti”. Infine, si propone di acquisire nuove capacità computazionali, risorse di archiviazione e nuovi sistemi di acquisizione dati per poter sviluppare l’analisi in tempo reale e offrire una successiva efficiente conservazione dei dati stessi. Questi interventi permetteranno di posizionare le infrastrutture di ricerca di INAF come strumenti allo stato dell’arte per la rivelazione e la caratterizzazione di fenomeni transienti e potenzialmente multi-messaggeri (onde gravitazionali, neutrini, raggi cosmici, nonché transienti in banda radio, ottica, X e gamma). Oltre a mantenere la leadership italiana in questo ambito di ricerca, il potenziamento delle capacità “multi-messaggera” delle infrastrutture INAF si associa perfettamente ad altri aspetti del programma complessivo qui presentato. In particolare le tecnologie hardware e software che saranno sviluppate per le summenzionate “schedulazione dinamica”, “remotizzazione”, “archiviazione” ed “analisi dati in tempo reale”, costituiscono un naturale ambito per sviluppare e testare reti di sensoristica e sistemi di tecnologia Smart, costituendo una controparte perfetta allo sviluppo delle attività negli Working Package focalizzati sullo Space Weather e SST. In realtà, tali tipi di tecnologie (che coinvolgono anche sviluppi di algoritmi innovativi, machine learning, intelligenza artificiale e utilizzo di acceleratori per il computing) stanno trovando applicazioni in molteplici settori nel campo della automazione e robotizzazione e ciò veicola su di esse un significativo interesse e potenziali importanti applicazioni anche da parte del mondo produttivo e industriale nazionale, con particolare riferimento per le regioni del Sud. INAF intende superare le tecnologie esistenti, proponendo il dimostratore per il telescopio MezzoCielo, un innovativo sistema ottico a larghissimo campo progettato per monitorare continuamente vaste porzioni del cielo e fornire capacità di risposta rapida alle allerte transitorie. L’integrazione di MezzoCielo in una rete di osservazione multi-messaggera rappresenta un’opportunità unica per preparare strategie osservative efficaci, in grado di caratterizzare tempestivamente le controparti elettromagnetiche degli eventi gravitazionali rivelati da ET. La possibilità di operare nello stesso sito di ET, unita alla copertura continua e automatizzata offerta da MezzoCielo, consente di testare in anticipo scenari operativi e architetture software per l’osservazione dell’evento multi-messaggero.

➤ 11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP

Il WP mira a potenziare e estendere le capacità scientifiche e tecnologiche delle infrastrutture INAF per l’astronomia multi-messaggera, in vista della futura operatività dell’Einstein Telescope (ET). Gli obiettivi realizzativi ricadono in due diverse bande osservative dello spettro elettromagnetico: l’upgrade del Sardinia Radio Telescope (SRT) e lo sviluppo del nuovo telescopio ottico MezzoCielo. Per SRT, si prevede l’implementazione della schedulazione dinamica, supportata da algoritmi avanzati di intelligenza artificiale per ottimizzare la pianificazione a breve e lungo termine. In parallelo, sarà realizzata la remotizzazione (o robotizzazione) completa del sistema, con infrastrutture hardware e soluzioni software che permettano il controllo a distanza delle osservazioni, puntando all’aumento dell’efficienza osservative e costi ridotti grazie alla riduzione della necessità di personale in loco. Un secondo obiettivo riguarda l’ampliamento e il rinnovo del sistema di backend scientifici per SRT, con l’acquisizione di nuove schede SKARAB che miglioreranno risoluzione spettrale, banda osservabile e flessibilità operativa. Questo upgrade sarà accompagnato da nuove risorse di calcolo ad alte prestazioni (HPC) e da un sistema di con buffer SSD/NVMe, che consentirà la gestione efficiente dei dati in tempo reale, garantendo continuità osservativa, sicurezza dei dati e rapidità nel data processing. Il sistema sarà integrato in un’infrastruttura distribuita a rete ad alta velocità, con particolare attenzione alla sostenibilità e all’ottimizzazione delle risorse, anche tramite l’adozione di tecnologie di virtualizzazione e l’uso di tape library per l’archiviazione a lungo termine. Il WP6 include inoltre lo sviluppo di strategie osservative per le osservazione nello spettro delle radiofrequenze di onde gravitazionali e di fenomeni transienti con SRT, che richiedono sistemi rapidi di

risposta, algoritmi di prioritizzazione delle osservazioni, tecniche di riduzione dati automatica e interoperabilità con le reti internazionali di allerta. Tutto ciò sarà accompagnato dalla redazione di manualistica tecnica e documentazione d'uso per ogni componente realizzato. Similmente il WP6 affronta la tematica dei transienti in banda ottica, sviluppando strategie per il telescopio MezzoCielo, che rappresenta un sistema innovativo a larghissimo campo per il monitoraggio continuo del cielo. Gli obiettivi prevedono la definizione dei requisiti osservativi e delle strategie per la rivelazione di controparti ottiche di eventi multimessaggeri. Le attività si baseranno su un prototipo a canale singolo e si pongono come obiettivo a più lungo termine l'ottimizzazione e per la configurazione finale multi-camera del MezzoCielo. Saranno realizzate simulazioni osservative, sviluppati algoritmi di risposta rapida e pianificazione dinamica, oltre a metodologie per l'integrazione di allerte esterne. Un aspetto centrale del lavoro riguarda la progettazione e l'implementazione dell'infrastruttura hardware per la gestione dei dati relativi a fenomeni transienti osservati dal MezzoCielo. Saranno definiti e poi realizzati sistemi di archiviazione e analisi ottimizzati per operare in tempo quasi reale, con capacità di filtraggio e archiviazione selettiva dei dati associati a eventi di interesse astrofisico. La configurazione iniziale prevedrà un server da 500 TB, pensato per la fase di prototipo ma scalabile verso la piena operatività. Il sistema sarà progettato per integrarsi con le pipeline automatiche di analisi e per garantire affidabilità, modularità e prestazioni elevate in lettura/scrittura. L'intero WP6 promuove una stretta collaborazione tra INAF e aziende tecnologiche, sia per il co-sviluppo delle soluzioni software e hardware sia per il trasferimento di competenze e la valorizzazione industriale delle tecnologie emergenti. In sintesi, il WP6 punta a dotare l'Italia meridionale di una rete di osservatori e sistemi computazionali all'avanguardia, pronti a rispondere in modo efficiente e competitivo alle sfide poste dall'astronomia multi-messaggera del futuro.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

Il WP6 mira a potenziare le infrastrutture INAF nel Mezzogiorno per l'astronomia multi-messaggera, in vista della futura operatività dell'Einstein Telescope. Le attività prevedono lo sviluppo di strategie osservative, tecnologie di risposta rapida, analisi dati in tempo reale e sistemi hardware-software avanzati, integrando telescopi radio e ottici per individuare e caratterizzare le controparti elettromagnetiche di eventi gravitazionali.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Osservatorio di Cagliari, Osservatorio Astronomico di Padova

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

Le Unità Operative (U.O.) di INAF OAPd e OAC hanno riconosciuto competenze tecnologiche e scientifiche nell'ambito dell'astrofisica dei transienti. Le U.O. vantano inoltre esperienza nella conduzione di infrastrutture INAF strategiche per l'astronomia multi-messaggera e sono all'avanguardia nello sviluppo di tecnologie hardware e software dedicate. La distribuzione geografica nel Mezzogiorno delle infrastrutture finali a cui le U.O. si rivolgono sottolinea la coerenza con gli obiettivi territoriali del progetto.

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

Gli obiettivi del WP6 consistono nel potenziamento delle infrastrutture INAF nel Mezzogiorno per l'osservazione e l'analisi dei fenomeni transienti legati all'astronomia multi-messaggera, con particolare attenzione alla futura operatività dell'Einstein Telescope. La spesa prevista per il WP a carico del bando copre l'acquisizione di nuove componenti hardware per l'upgrade dei radiotelescopi (come schede SKARAB e server HPC), la realizzazione del prototipo ottico del telescopio MezzoCielo, lo sviluppo di software per la pianificazione dinamica delle osservazioni e il processo di automatizzazione della risposta alle allerte, oltre al rafforzamento delle capacità di analisi dati in tempo reale, archiviazione selettiva e integrazione con reti osservative internazionali. Parte del budget sarà destinato al rinnovo o mantenimento di figure di personale attualmente attivo sui progetti su fondi PON e PNRR e in misura minore attiveremo delle nuove posizioni specificamente dedicate al tema multi-messenger. Il budget stimato garantisce il raggiungimento degli obiettivi scientifici previsti, con una ripartizione che riflette le attività delle U.O. coinvolte. La quota più rilevante (circa 1.100 mila Euro) è rivolta ad SRT, dove le risorse sono finalizzate allo sviluppo della schedulazione dinamica, alla remotizzazione delle operazioni, al potenziamento dei sistemi di acquisizione e alla realizzazione di un'infrastruttura di calcolo e archiviazione capace di supportare l'analisi in tempo reale

dei dati osservativi. Queste attività prevedono una parte consistente di hardware (circa il 40%) e l'acquisizione o mantenimento di personale (60%) con competenze tecnico-scientifiche dedicate alla gestione delle osservazioni e allo sviluppo di algoritmi per la pianificazione dinamica, l'analisi automatica e l'integrazione con le allerte multi-messaggero. Per il telescopio MezzoCielo, il budget sostiene la definizione delle strategie osservative per eventi transitori e multi-messaggeri, l'elaborazione di casi scientifici e simulazioni, e la progettazione di un sistema di archiviazione ottimizzato per la selezione automatica dei dati rilevanti. Le attività saranno svolte dai membri dell'U.O. operativa di OAPd col supporto di un ricercatore a tempo determinato da reclutare tramite ASTRASud e si concentrano sull'analisi scientifica e sulla gestione del flusso dati prodotto dal prototipo a camera singola, con soluzioni scalabili verso la configurazione finale multi-camera. La ripartizione delle risorse garantisce un equilibrio tra le fasi progettuali e quelle più operative, dando attenzione alla sostenibilità a lungo termine degli investimenti con la piena integrazione con le infrastrutture osservative già esistenti o altrimenti già autorizzate (ad esempio quanto da sviluppare per ET-SunLab a Sos Enattos). Le attività per SRT e per MezzoCielo, riflettono gli obiettivi tecnico/scientifico della proposta ASTRASud, nel caso specifico delle attività multi-messenger ogni obiettivo particolare ha una corrispondente voce di spesa coperta dal budget. Le spese selezionate tengono conto delle criticità infrastrutturali esistenti (ad esempio le problematiche legate all'archiviazione dei dati), prevedendo soluzioni scalabili e integrabili con le reti osservative e computazionali già operative nel contesto dell'astronomia dei transienti..

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

Il monitoraggio dell'avanzamento del WP avverrà con tre indicatori complementari: indicatore di ambito, ovvero il numero di deliverable e dei prodotti completati sul totale previsto; indicatore di tempo, inteso come varianza del tempo effettivo di raggiungimento delle milestone delle varie attività del progetto rispetto al programma o schedula prevista; indicatore di costo, per ciascuna voce di spesa prevista a budget, verrà monitorata l'effettiva spesa.

Per ogni Obiettivo Intermedio appartenente al WP:

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI01

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

1° Monitoraggio delle attività (M6)

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Il primo monitoraggio delle attività cadrà a 6 mesi dall'inizio del progetto e si svolgerà in occasione del secondo incontro in presenza del gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà presentato lo stato dell'arte delle attività svolte e delle spese di progetto, con il conseguente aggiornamento corale dello strumento di monitoraggio.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP01

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Medicina · Osservatorio Astrofisico di Catania · Stazione di Medicina · Stazione di Medicina

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

6

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D1.1-Documento finale del 1° incontro di progetto. Alla fine di ogni incontro verrà redatta una minuta, riportante tutti gli elementi identificativi del progetto e della fase progettuale di riferimento. Verranno inoltre riportati i partecipanti, l'ordine del giorno, gli argomenti affrontati e le discussioni affrontate dal gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà dedicata una sezione specifica all'analisi dei rischi e alle soluzioni proposte per risolvere le eventuali criticità. In occasione del kick-off meeting verranno presentati gli strumenti di monitoraggio e il piano di comunicazione. D.1.2-Presentazione dello strumento di monitoraggio. Strumento di rilevamento dati da parte del gruppo di lavoro ASTRASud di progetto, in formato excel editabile.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI02

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

2° Monitoraggio delle attività (M12)

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Il secondo monitoraggio delle attività cadrà a 12 mesi dall'inizio del progetto e si svolgerà in occasione del terzo incontro in presenza del gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà presentato lo stato dell'arte delle attività svolte e delle spese di progetto, con il conseguente aggiornamento corale dello strumento di monitoraggio.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP01

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova · Stazione di Medicina · Stazione di Medicina · Stazione di Medicina

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

12

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.1.3-Documento finale del 2° incontro di progetto. Alla fine di ogni incontro verrà redatta una minuta, riportante tutti gli elementi identificativi del progetto e della fase progettuale di riferimento. Verranno inoltre riportati i partecipanti, l'ordine del giorno, gli argomenti affrontati e le discussioni affrontate dal gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà dedicata una sezione specifica all'analisi dei rischi e alle soluzioni proposte per risolvere le eventuali criticità. D.1.4-Aggiornamento dello strumento di monitoraggio. Aggiornamento dello strumento di rilevamento dati da parte del gruppo di lavoro ASTRASud di progetto. D.1.10- Pagine web INAF e delle unità operative. Creazione di 6 pagine web, dedicate al progetto, sui siti istituzionali di INAF e delle singole Unità operative, per l'inserimento di contenuti condivisi e uguali per tutti, fatto salvo elementi di interesse specifico per ogni istituto, legati alle attività dei singoli WPs. La pagina WEB è uno strumento fondamentale per la comunicazione di un progetto, perché permette di raggiungere un vasto pubblico e fornire informazioni dettagliate, includendo obiettivi, attività, risultati, pubblicazioni, e personale coinvolto, con possibilità di aggiornamenti costanti. La sua struttura la rende anche adatta a fungere da hub centrale per tutte le informazioni relative al progetto, facilitando la consultazione da parte del pubblico, dei collaboratori e dei media. In caso di implementazione di sezioni interattive, come forum, o aree commenti, può anche essere utile per favorire la partecipazione e il feedback da parte di tutti gli stakeholders. D.1.11- Creazione di contenuti per i social media (1° fase). Aggiornamento dei social media (Facebook, Instagram, LinkedIn, ecc.) dei soggetti coinvolti nel progetto per comunicare gli avanzamenti avvenuti nel primo anno di progetto (M1-M12).

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI03

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

3° Monitoraggio delle attività (M18)

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Il terzo monitoraggio delle attività cadrà a 18 mesi dall'inizio del progetto e si svolgerà in occasione del quarto incontro in presenza del gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà presentato lo stato dell'arte delle attività svolte e delle spese di progetto, con il conseguente aggiornamento corale dello strumento di monitoraggio.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP01

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio di Cagliari · Stazione di Medicina · Stazione di Medicina · Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

18

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.1.5-Documento finale del 3° incontro di progetto. Alla fine di ogni incontro verrà redatta una minuta, riportante tutti gli elementi identificativi del progetto e della fase progettuale di riferimento. Verranno inoltre riportati i partecipanti, l'ordine del giorno, gli argomenti affrontati e le discussioni affrontate dal gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà dedicata una sezione specifica all'analisi dei rischi e alle soluzioni proposte per risolvere le eventuali criticità. D.1.6-Aggiornamento dello strumento di monitoraggio. Aggiornamento dello strumento di rilevamento dati da parte del gruppo di lavoro ASTRASud di progetto. D.1.12-Creazione di contenuti per i social media (2° fase). Aggiornamento dei social media (Facebook, Instagram, LinkedIn, ecc.) dei soggetti coinvolti nel progetto per comunicare gli avanzamenti del periodo di attività M13-M18. Nei mesi precedenti dedicati all'organizzazione, l'evento pubblico intermedio verrà pubblicizzato tramite tutti i canali social, che verranno aggiornati in diretta anche durante lo svolgimento dell'evento stesso. D.1.15-Evento pubblico intermedio (M18). Organizzazione e gestione di un evento pubblico intermedio, che vedrà il coinvolgimento principalmente di enti di ricerca, di imprese e policy makers. L'organizzazione in concomitanza del quarto meeting di progetto, consentirà la partecipazione in presenza del gruppo di lavoro ASTRASud all'evento pubblico, permetterà di pianificare un ricco programma di interventi, che includeranno non solo i temi legati alle attività progettuali, ma anche il processo di trasferimento tecnologico tra mondo della ricerca e mondo delle imprese. Per l'evento sarà conclusa la fase di produzione dei materiali promozionali di progetto, in modo da poterli rendere fruibili agli stakeholders che parteciperanno. D.1.18-Materiali divulgativi e di promozione per la comunicazione. Materiali di comunicazione e divulgazione, comprendente la creazione di almeno un volantino, una brochure e un roll-up di progetto e l'acquisto di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale, mostrando concretamente una parte delle attività svolte, nello specifico quelle legate alla tematica dello Space weather, rendendo possibili osservazioni solari durante le visite.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI04

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

4° Monitoraggio delle attività (M24)

➤ 11D1.19c: Descrizione OI

Il quarto monitoraggio delle attività cadrà a 24 mesi dall'inizio del progetto e si svolgerà in occasione del quinto incontro in presenza del gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà presentato lo stato dell'arte delle attività svolte e delle spese di progetto, con il conseguente aggiornamento corale dello strumento di monitoraggio.

➤ 11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI

WP01

➤ 11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI

· Osservatorio Astronomico di Palermo · Stazione di Medicina · Stazione di Medicina · Stazione di Medicina

➤ 11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI

24

➤ 11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI

D.1.7-Documento finale del 4° incontro di progetto. Alla fine di ogni incontro verrà redatta una minuta, riportante tutti gli elementi identificativi del progetto e della fase progettuale di riferimento. Verranno inoltre riportati i partecipanti, l'ordine del giorno, gli argomenti affrontati e le discussioni affrontate dal gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà dedicata una sezione specifica all'analisi dei rischi e alle soluzioni proposte per risolvere le eventuali criticità. D.1.8-Aggiornamento dello strumento di monitoraggio. Aggiornamento dello strumento di rilevamento dati da parte del gruppo di lavoro ASTRASud di progetto. D.1.13-Creazione di contenuti per i social media (3° fase). Aggiornamento dei social media (Facebook, Instagram, LinkedIn, ecc.) dei soggetti coinvolti nel progetto per comunicare gli avanzamenti del periodo di attività M19-M24.

➤ 11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)

OI05

➤ 11D1.19b: Titolo OI

5° Monitoraggio finale e bilancio delle attività (M30)

➤ 11D1.19c: Descrizione OI

Il monitoraggio finale e il bilancio delle attività svolte all'interno del progetto, nonché delle spese sostenute e dei risultati ottenuti si svolgerà in occasione dell'ultimo incontro in presenza del gruppo di lavoro ASTRASud, in concomitanza anche con l'evento pubblico finale.

➤ 11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI

WP01

➤ 11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI

· Stazione di Noto · Stazione di Medicina · Stazione di Medicina · Stazione di Noto · Stazione di Noto · Stazione di Medicina

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.1.9-Documento finale dell'incontro finale di progetto. Verrà redatta una minuta, riportante tutti gli elementi identificativi del progetto e della fase progettuale di riferimento. Verranno inoltri riportati i partecipanti, l'ordine del giorno, gli argomenti affrontati e le discussioni affrontate dal gruppo di lavoro ASTRASud. Verrà dedicata una sezione specifica dedicata agli ultimi passaggi legati alla rendicontazione finale del progetto. D.1.14-Creazione di contenuti per i social media (4° fase). Aggiornamento dei social media (Facebook, Instagram, LinkedIn, ecc.) dei soggetti coinvolti nel progetto per comunicare gli avanzamenti degli ultimi mesi di attività progettuali (M25-M30). Nei mesi precedenti dedicati all'organizzazione, l'evento pubblico finale verrà pubblicizzato tramite tutti i canali social, che verranno aggiornati in diretta anche durante lo svolgimento dell'evento stesso. D.1.17-Video di disseminazione. Video promozionali del progetto, che abbiano anche una valenza didattica e propedeutica alla comprensione del contesto di progetto, ma in particolare delle attività e dei risultati raggiunti. Questi video comprenderanno simulazioni tridimensionali del "prima" e del "dopo" l'approvazione del progetto, includendo anche interviste ai membri del gruppo di lavoro ASTRASud, coinvolti nelle attività, con un'attenzione particolare verso gli aspetti tecnici e di trasferimento tecnologico. D.1.16-Evento pubblico finale (M30). Organizzazione e gestione di un evento pubblico finale, che vedrà il coinvolgimento principalmente di enti di ricerca, di imprese e policy makers. L'organizzazione in concomitanza dell'ultimo meeting di progetto, consentirà la partecipazione in presenza del gruppo di lavoro ASTRASud all'evento pubblico, permetterà di pianificare un ricco programma di interventi, che includeranno non solo i temi legati alle attività progettuali, ma anche il processo di trasferimento tecnologico tra mondo della ricerca e mondo delle imprese.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI06

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Potenziamento di SRT

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'alta sensibilità e la capacità di operare su un ampio intervallo di frequenze radio con diverse modalità osservative, sviluppate grazie al progetto ASTRASud, renderanno SRT uno strumento estremamente interessante per studi di Space Weather (WP5) e di Astronomia Multi-messaggera (WP6). SRT si candida inoltre come un efficiente sistemi di sorveglianza in ambito di Space Surveillance and Tracking (WP4). In particolare, nel contesto 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'infrastruttura potenziata all'interno di questo progetto sarà predisposta per un avanzamento significativo di queste 3 attività scientifiche che rappresentano il core del progetto. L'attività di questa Infrastruttura di Ricerca così potenziata coniugherà in maniera sinergica applicazioni strettamente astronomiche come l'Astronomia Multi-messaggera e attività di grande rilevanza in ambito aerospaziale come lo Space Weather e l'SST, entrambe aree in cui l'INAF gode di una posizione di eccellenza.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP02

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio di Cagliari · Osservatorio di Cagliari · Osservatorio di Cagliari · Osservatorio di Cagliari · Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

29

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.2.2-Documenti di progetto e di realizzazione del potenziamento del ricevitore CARUSO di SRT. Documentazione tecnico/amministrativa relativa al potenziamento del ricevitore CARUSO di SRT D.2.3-Documenti di progetto e di realizzazione del potenziamento del ricevitore MISTRAL di SRT. Documentazione tecnico/amministrativa relativa al potenziamento del ricevitore MISTRAL di SRT D.2.4-Documenti di progetto e di realizzazione del miglioramento della mecatronica di SRT. Documentazione tecnico/amministrativa relativa al miglioramento della mecatronica di SRT D.2.5-Documenti di progetto e di realizzazione del miglioramento dei sistemi di controllo di SRT. Documentazione tecnico/amministrativa relativa all'acquisizione di componenti per il sistema di controllo di SRT

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI07

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Completamento del progetto del ricevitore banda X di SRT

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'obiettivo in questione sarà raggiunto al completamento della fase di progetto del ricevitore 8-15GHz da installare sul Sardinia Radio Telescope.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP02

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

15

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.2.1-Documenti di progetto e di realizzazione del ricevitore banda X per SRT. Questo deliverable rappresenterà la documentazione finale e completa di tutte le fasi di sviluppo e validazione del sistema. Il suo contenuto fornirà una visione di ogni aspetto del ricevitore. Saranno inclusi, schemi elettrici e blocchi funzionali, disegni meccanici di dettaglio e di assiemi, analisi dettagliate, comprensive dei risultati delle simulazioni elettromagnetiche.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI08

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Prototipo del link RFoF a larga banda per il sistema di distribuzione delle bande IF

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'obiettivo in questione sarà raggiunta a seguito di attività di R&D per lo sviluppo di un prototipo di link ottico Rfof a larga banda che rispetti i requisiti, di guadagno, cifra di rumore e dinamica che saranno definiti in funzione delle esigenze scientifiche. Questo obiettivo sarà raggiunto entro la durata complessiva del progetto.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP02

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Noto

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

18

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.2.9-Report tecnico sviluppo link ottico RFoF. Questo deliverable consisterà in un documento tecnico organico e completo. Il suo scopo primario sarà quello di descrivere tutte le attività di laboratorio durnate la fase di sviluppo del link ottico. Il documento includerà la progettazione del prototipo con la relativa indicazione delle componenti utilizzate. Verranno inoltre presentati i risultati delle misurazioni di laboratorio sul prototipo sviluppato.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI09

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Sistema di distribuzione delle bande IF per radiotelescopio di Noto

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'obiettivo in questione è la progettazione, la realizzazione, l'installazione e collaudo funzionale del sistema IFD al fine si sfruttare il ricevitore tri-band (K,Q,W). Tutte queste fasi verranno completate entro la durata complessiva del progetto, assicurando l'operatività e l'integrazione completa del sistema nel workflow osservativo del radiotelescopio e abilitando le attività previste dal WP5 e dal WP6

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP02

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Noto

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

26

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.2.6-Report tecnico IFD di Noto. Questo deliverable consisterà in un documento tecnico organico e completo. Il suo scopo primario sarà quello di delineare in dettaglio le specifiche funzionali e tecniche del sistema di Distribuzione delle Frequenze Intermedie (IFD) destinato al radiotelescopio di Noto. Il documento includerà la progettazione architettuale complessiva del sistema, insieme alla descrizione esaustiva di tutte le componenti hardware e software che lo costituiranno. Verranno inoltre presentati i risultati delle misurazioni di laboratorio, sia quelle effettuate sull'intero sistema IFD una volta assemblato, sia quelle relative a eventuali prototipi o sottosistemi critici sviluppati durante le fasi iniziali di ricerca e sviluppo. Queste misurazioni saranno fondamentali per validare le prestazioni e l'aderenza alle specifiche di progetto.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI10

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Sistema di tracking per il radiotelescopio di Noto

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'obiettivo è l'aggiornamento del sistema di inseguimento del radiotelescopio di Noto ovvero del servo sistema per la movimentazione degli assi principali. Tale aggiornamento garantirà la piena affidabilità dello strumento per almeno dieci anni e le massime performance, in termini di velocità, accelerazione e precisione di inseguimento in linea con quanto necessario per le attività di mapping del Sole e di inseguimento di oggetti in orbita TLE. L'obiettivo sarà conseguito entro la durata complessiva del progetto.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP02

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Noto

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

27

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.2.7-Report tecnico sul sistema di tracking di Noto. Questo documento costituisce il deliverable contenente le specifiche tecniche dettagliate relative al nuovo servosistema destinato alla movimentazione del radiotelescopio di Noto. Il documento coprirà l'intero progetto esecutivo, includendo: Architettura e Soluzioni Tecnologiche: Descrizione approfondita delle scelte architeturali e delle soluzioni tecnologiche adottate per garantire le prestazioni richieste. Progettazione Elettrica: Schemi elettrici completi dei quadri di potenza e controllo, dettagliando la componentistica impiegata (es. driver per motori, PLC, sistemi di sicurezza). Sviluppo Software e Firmware. Risultati dei Test di Accettazione (FAT/SAT): Saranno presentati i test di accettazione del sistema, con un'enfasi particolare sui parametri prestazionali misurati.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI11

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Aggiornamento Croce del Nord

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'obiettivo è il completamente dell'upgrade del ramo Est-Ovest della Croce del Nord. La sensibilità che si andrà ad ottenere, sarà tale da vedere oggetti di qualche centimetro ad oltre 1000 km di quota, fornendo un contributo unico al catalogo europeo (attualmente vengono catalogati solo oggetti superiori ai 10 cm).

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP02

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Medicina

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

23

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.2.10-Report tecnico sugli aggiornamenti fatti sulla Croce del Nord. Il deliverable sarà un documento in cui si presenteranno gli interventi fatti e si metterà in evidenza i risultati ottenuti (del tipo pre-post intervento) per dimostrare l'incremento di prestazioni ottenuto.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI12

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

LOFAR

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'obiettivo è acquisire una stazione LOFAR 2 con capacità dual beam da installare nella sede di Noto. La nuova stazione LOFAR 2.0 allungherà la distribuzione delle baseline dell'array verso sud, cruciale per massimizzare la qualità delle immagini e spingere la risoluzione spaziale a circa 0.2-0.3 arcsec (144 MHz) e 1 arcsec (40 MHz). Questo aumenterà le potenzialità di LOFAR in tutte le aree, particolarmente nel campo della cosmologia e dell'astronomia multimessaggero (WP6). Allo stesso tempo, l'utilizzo del dual beam della stazione di Noto permetterà di condurre studi di fisica solare e space weather (WP5)

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP02

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Noto · Stazione di Noto

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

26

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.2.8 - Report tecnico sulla stazione LOFAR 2.0. Documentazione tecnico/amministrativa relativa all'acquisizione di componenti per il sistema di controllo di SRT.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI13

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Telescopio TANDEM

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Telescopio TANDEM equipaggiato con filtri, trasporto e installazione, adeguamento piattaforma/allacci, sistema di archiviazione dati, commissioning e operazioni

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP03

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Palermo · Osservatorio Astronomico di Palermo · Osservatorio Astronomico di Palermo

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.3.1-Report installazione del Telescopio TANDEM. Report sull'installazione del telescopio TANDEM per documentare ogni fase del processo, garantendo trasparenza e tracciabilità. Conterrà un executive summary che definisce lo scopo del documento e il contesto progettuale. Includerà le informazioni sulla preparazione del sito, il montaggio dei componenti chiave e la loro integrazione e il posizionamento della cupola. Infine dovrà includere una relazione sul commissioning con la verifica delle funzionalità fondamentali per le prestazioni. Il report elencherà tutti i problemi tecnici emersi e le relative soluzioni implementate, concludendosi con una dichiarazione sullo stato finale dell'installazione.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI14

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Telescopio Solare

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Realizzazione telescopio solare, software di controllo e gestione dati, trasporto, installazione e commissioning.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP03

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astrofisico di Catania · Osservatorio Astrofisico di Catania · Osservatorio Astrofisico di Catania

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.3.2-Report installazione del Telescopio solare. Documento tecnico e operativo che attesta l'avvenuta installazione e messa in opera del nuovo telescopio solare presso la sede INAF-OACT. Il deliverable includerà la descrizione delle fasi di dismissione dello strumento precedente, le operazioni di assemblaggio e integrazione della nuova strumentazione, le verifiche ottico-meccaniche effettuate, l'allineamento dei canali osservativi, i test funzionali di puntamento e tracciamento, nonché la validazione dell'infrastruttura in vista dell'avvio delle attività scientifiche e di monitoraggio. Il report costituirà la base di riferimento per il collaudo.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI15

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

MezzoCielo: collettore principale del dimostratore

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Realizzazione del collettore rifrattivo sferico monocentrico del dimostratore di MezzoCielo e della piattaforma a culla rotante per supporto dei canali ottici correttori e loro installazione e verifica nella cupola prevista a SunLab presso SoS Enattos in Sardegna.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP03

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova · Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.3.3-Report del dimostratore di MezzoCielo. Documento tecnico che riporta le attività di installazione e di validazione del collettore principale di MezzoCielo presso la cupola a SunLab presso SoS Enattos, in Sardegna.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI16

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

MezzoCielo: prototipo dei canali ottici correttori

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Finalizzazione del design opto-meccanico e dei metodi di ottimizzazione di produzione, integrazione e allineamento dei canali ottici correttori, inclusi i piani focali, e loro prototipizzazione.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP03

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova · Osservatorio Astronomico di Padova · Osservatorio Astronomico di Padova

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.3.4-Report del prototipo del canale ottico correttore di MezzoCielo. Documento tecnico che riporta le attività costruzione, allineamento e verifica delle performance del canale ottico correttore. Tale documento include le procedure individuate per l'ottimizzazione della produzione e integrazione su larga scala.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI17

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

MezzoCielo: dimostratore del sistema di acquisizione e pre-processing

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Definizione dei requisiti, progettazione, implementazione e test del sistema di acquisizione dati e di pre-processing per il dimostratore del telescopio MezzoCielo.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP03

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova · Osservatorio Astronomico di Padova · Osservatorio Astronomico di Padova

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.3.5-Report del sistema di acquisizione e pre-processing di MezzoCielo. Documento tecnico che riporta la descrizione della architettura hardware e delle procedure software riguardanti il sistema di acquisizione dei dati e loro pre-processamento e delle pipeline di riduzione scientifica.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI18

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Data Processing

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Implementazione di pipeline automatizzate per l'acquisizione, gestione e pre-elaborazione di terabyte di dati grezzi da sensori SST ottici e radio. Sincronizzazione precisa (GPS) e digitalizzazione efficiente, trasformando i dati in formati pronti per l'analisi avanzata e l'estrazione di informazioni

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Palermo

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.4.1-Pipeline per il processing dei dati del telescopio TANDEM con relativa documentazione . Pipeline automatica per i dati ottici di TANDEM che include l'ottimizzazione della configurazione dei telescopi, la riduzione standard, l'identificazione delle stelle di confronto, la valutazione della contaminazione stellare, l'astrometria e la fotometria

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI19

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Sviluppo algoritmi

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Definizione e ottimizzazione di algoritmi avanzati, inclusa l'Intelligenza Artificiale, per l'analisi dei dati SST. Determinazione orbitale e caratterizzazione target. AI per l'identificazione della natura (fotometria multibanda) e origine (dinamica+fotometria) dei detriti. Sviluppo di algoritmi di data fusion per combinare input multi-sensore e aumentare le performance e la precisione della stima dell'orbita dei target osservati. Generazione dei dati TDM.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Palermo · Stazione di Noto

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.4.2-Algoritmi di estrazione delle proprietà astrometriche e fotometriche dei target, corredati dalla documentazione. Progettazione, implementazione e ottimizzazione di modelli di Intelligenza Artificiale (come reti neurali, alberi decisionali, algoritmi di clustering e classificazione) per la classificazione dei detriti e per la determinazione della loro composizione e delle orbite. Definizione delle loro proprietà fisiche e quindi della loro natura e origine. D.4.7-Algoritmi di determinazione orbitale e generazione TDM. Algoritmi di orbit determination per la parabola di Noto, generazione di TDM da varie misure ricevute da diversi sensori della rete italiana di sorveglianza spaziale

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI20

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Pipeline automatica per astrometrizzazione immagine ad alta cadenza validata su dati simulati e reali per MezzoCielo

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Realizzazione di una pipeline completamente automatizzata per l'astrometrizzazione delle immagini acquisite dal sistema MezzoCielo, capace di gestire grandi volumi di dati ottici prodotti da sensori CMOS ad alta risoluzione operanti a cadenze di pochi secondi. Il sistema dovrà garantire tempi di elaborazione compatibili con la disponibilità dell'intero dataset notturno entro 6 ore dalla fine delle acquisizioni, costituendo il primo passo nella catena di trattamento dati per SSA/SST. La pipeline sarà validata attraverso test su immagini simulate e su dati reali acquisiti da telescopi INAF (es. Schmidt di Asiago), verificando sia la robustezza dei risultati astrometrici in presenza di oggetti in movimento sia la scalabilità del sistema in ambiente multi-GPU.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

6

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.4.5-Pipeline automatica per astromettrizzazione di immagini MezzoCielo. Rilascio di una pipeline software scalabile per l'astromettrizzazione automatica di immagini astronomiche acquisite ad alta cadenza dal sistema MezzoCielo. Il sistema è ottimizzato per processare in <6 ore l'intero dataset notturno generato da camere CMOS ad alta risoluzione. Il deliverable include codice documentato, procedure di validazione su dati simulati e reali, e report tecnico sulle prestazioni in ambiente multi-GPU.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI21

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Acquisizione e messa in opera del sistema di calcolo per lo sviluppo di algoritmi basati su AI per TANDEM e data fusion

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Implementazione di un'infrastruttura di calcolo HPC (server, GPU, storage) per l'applicazione di algoritmi avanzati per l'analisi dei dati dei detriti spaziali

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Palermo · Osservatorio Astronomico di Palermo

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

25

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.4.6-Installazione e relativa documentazione del sistema di calcolo per AI per i dati di Tandem e data fusion. Installazione, configurazione e verifica del sistema di calcolo per AI per l'analisi dati di Tandem e data fusion

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI22

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Installazione e collaudo del sistema di calcolo e storage per il dimostratore MezzoCielo

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Fornitura, configurazione e validazione operativa di un'infrastruttura di calcolo e storage locale ad alte prestazioni per il dimostratore MezzoCielo. Il deliverable comprende l'installazione di un sistema GPU-based per l'elaborazione accelerata di immagini astronomiche ad alta cadenza e di un sistema di archiviazione NVMe da almeno 500 TB, ottimizzato per flussi dati superiori a 30 TB/notte.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

12

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.4.4-Installazione e test sistema di calcolo per data analysis SSA e SST. Installazione, configurazione e collaudo di un sistema di calcolo locale ad alte prestazioni, basato su GPU, destinato all'elaborazione dei dati del telescopio MezzoCielo. Il deliverable include l'integrazione hardware, l'ottimizzazione del software di sistema, il testing delle prestazioni con dataset reali o simulati e la validazione della capacità di eseguire in tempi utili le analisi richieste per applicazioni SSA/SST.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI23

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

MezzoCielo – Sviluppo della pipeline per il rilevamento di oggetti in movimento e la correlazione con cataloghi orbitali per applicazioni SSA/SST

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

"L'obiettivo consiste nello sviluppo del modulo centrale della pipeline scientifica del sistema MezzoCielo per il rilevamento automatico di oggetti in movimento in immagini ottiche ad alta cadenza, specifico per applicazione SSA ed in particolare SST- Per il dominio SSA, saranno implementati algoritmi di confronto astrometrico tra immagini consecutive e tracciamento orbitale, con eventuale utilizzo di tecniche di machine learning per il filtraggio dei falsi positivi. Per il dominio SST, il rilevamento di oggetti orbitali (RSO) sarà affidato a reti neurali convoluzionali, addestrate su dati simulati e reali per l'identificazione robusta di tracce lineari all'interno della singola esposizione. In entrambi i casi, i dati rilevati saranno correlati con cataloghi orbitali esistenti (TLE, Space-Track, Minor Planet Center) per distinguere oggetti noti da candidati non associati. L'obiettivo include inoltre la definizione delle specifiche tecniche per l'addestramento dei modelli, l'integrazione con il sistema di astrometrazione automatica."

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.4.3-Pipeline riduzione dati Mezzocielo per SSA e SST. Sviluppo, validazione e rilascio di una pipeline software dedicata all'elaborazione automatica delle immagini acquisite dal telescopio MezzoCielo, ottimizzata per applicazioni di Space Situational Awareness (SSA) e Space Surveillance and Tracking (SST). La pipeline include moduli per l'astrometria e fotometria automatica, il rilevamento di oggetti in movimento tramite reti neurali (YOLO), e la correlazione con cataloghi orbitali. Il deliverable comprende codice documentato, dataset di test, modelli AI addestrati e report tecnico sulle prestazioni.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI24

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Test e messa in opera dei dispositivi hardware per la solar agility

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Completamento delle installazioni e dei test relativi ai dispositivi HW implementati per la solar agility. Esecuzione di osservazioni solari, impieganti le nuove tecnologie installate, con l'antenna di Noto

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP05

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Noto · Stazione di Noto

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.5.1-Report sulle installazioni dei dispositivi per la solar agility a Noto e sulle osservazioni effettuate. Documentazione relativa all'installazione dei dispositivi per l'implementazione della solar agility a Noto e sulle osservazioni solari di commissioning e validazione astronomica

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI25

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Test delle schede GAIA

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Verifica del funzionamento delle tecnologie e tecniche predisposte mediante le schede GAIA, presso OAC

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP05

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.5.2-Report sulle misure effettuate sulle schede GAIA. Documentazione relativa ai test effettuati sulle schede GAIA presso i laboratori OAC

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI26

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Avvenuta installazione dei sistemi ICT per l'elaborazione e la disseminazione dei prodotti radio SWx

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Installazione dei server, dello storage e dei dispositivi di rete presso tutte le sedi coinvolte

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP05

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Noto · Stazione di Noto · Osservatorio di Cagliari · Stazione di Medicina

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

12

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.5.3-Architettura del sistema elaborazione dati radio. Documentazione sull'architettura dei sistemi ICT installati per la realizzazione e gestione dei prodotti radio SWx

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI27

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Avvenuta produzione di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Messa in opera degli algoritmi sviluppati per il processing dei dati radio SWx

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP05

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Medicina

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.5.4-Report sulla realizzazione degli algoritmi per il processing dei dati radio. Documentazione relativa ai prodotti SW realizzati per l'analisi dei dati radio SWx

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI28

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Messa in opera del portale per la disseminazione dei prodotti radio SWx

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Rilascio del portale per la disseminazione dei prodotti radio SWx

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP05

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Stazione di Noto

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.5.5-Rilascio del portale per la disseminazione dei prodotti radio SWx. Documentazione architettura del sistema e prototipi algoritmi e pipeline ottici

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI29

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Completamento delle pipeline per le acquisizioni e archiviazione dei dati full disc e ad alta risoluzione del telescopio solare ottico

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Messa in opera del software per l'acquisizione e archiviazione dei dati ottici SWx

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP05

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astrofisico di Catania · Osservatorio Astrofisico di Catania · Osservatorio Astrofisico di Catania · Osservatorio Astrofisico di Catania · Osservatorio Astrofisico di Catania

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

26

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.5.6-Messa in opera delle pipeline per le acquisizioni e archiviazione dei dati full disc e ad alta risoluzione del telescopio solare ottico. Documentazione relativa ai prodotti SW realizzati per l'analisi dei dati ottici SWx
"

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI30

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Realizzazione di un portale pubblico per la disseminazione dei dati integrati ottici e radio

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Rilascio del portale per la disseminazione dei dati integrati

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP05

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astrofisico di Catania · Osservatorio Astrofisico di Catania

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

30

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.5.7-Report test dimostrativi di integrazione dati radio e ottici. Documentazione test dimostrativi di integrazione dati radio e ottici

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI31

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

SRT - Scheduling dinamico e remotizzazione del telescopio

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP06

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio di Cagliari · Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.6.3- SRT - Scheduling Dinamica. Redazione della manualistica tecnica relativa al software di schedulazione dinamica e della manualistica per gli utenti D.6.4. SRT - Remotizzazione. Documentazione tecnico/amministrativa relativa all'implementazione della remotizzazione di SRT

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI32

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Backends SRT - Acquisizione ed analisi dati real-time

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Il finanziamento PON SRT_Highfreq ha permesso di potenziare i sistemi di acquisizione ed elaborazione dei segnali radio astronomici per i ricevitori di SRT. Dall'esperienza maturata in circa tre anni di lavoro sul nuovo hardware, si sono delineate meglio le potenzialità dei sistemi, ed in particolare quelle della scheda SKARAB, acronimo di Square Kilometer Array Reconfigurable Application Board. Si sono sviluppati numerosi firmware FPGA per rispondere alle varie richieste scientifiche tra cui imaging, spettroscopia, spettropolarimetria. Questa nuova richiesta è finalizzata all'acquisizione di nuove SKARAB per migliorare le prestazioni scientifiche dedicate al follow-up radio di rivelazioni di onde gravitazionali utilizzando tutte le modalità osservative permesse da SRT. Il sistema di backend SKARAB così potenziato sfrutterebbe il 100% della potenzialità di SRT, fornendo delle modalità osservative che possono coprire qualunque caso scientifico

con il massimo della risoluzione temporale/frequenziale su tutti i feed e a tutta banda, per un totale complessivo di 76 GHz istantanei (quasi 23 GHz in più rispetto ai 53.2 GHz) disponibili con il backend SKARAB attuale.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP06

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

29

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.6.5-SRT - Backends. Documentazione tecnico/amministrativa relativa all'acquisizione di nuovi Backends per SRT

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI33

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

High Performance Computing SRT - Acquisizione ed analisi dati real-time

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Nuove tecnologie per l'High Performance Computing massimizzano il risultato scientifico dell'astronomia multi-messaggera permettendo di potenziare sia l'acquisizione dei dati astronomici che la possibilità di effettuare la riduzione dei dati on line, caratteristiche fondamentali per identificare eventi transienti in tempo reale. Inoltre, l'archiviazione dei dati garantisce la loro conservazione e l'accessibilità a lungo termine cruciali per analisi future e collaborazioni globali.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP06

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

18

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.6.6-SRT - High Performance Computing. Documentazione tecnico/amministrativa relativa all'acquisizione di nuove tecnologie per l'High Performance Computing

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI34

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

Strategie osservative per eventi multimessaggeri con il telescopio MezzoCielo

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'Obiettivo è sviluppare un framework osservativo efficace per l'identificazione e la caratterizzazione delle controparti ottiche di eventi multimessaggeri, con particolare riferimento a quelli generati da onde gravitazionali. Tale framework sarà testato progressivamente utilizzando il prototipo di MezzoCielo (1 camera) e successivamente esteso alla configurazione completa (900 camere), attraverso simulazioni, analisi dei casi scientifici e implementazione di strategie di risposta rapida compatibili con la natura transiente e localizzata degli eventi. L'obiettivo include anche la definizione di una strategia di gestione dei dati osservativi, in grado di operare in tempo quasi reale.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP06

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.6.1-Mezzocielo - Tabella dei Requisiti Osservativi e analisi delle strategie. Il deliverable raccoglie l'analisi dei principali casi scientifici di interesse per l'astronomia multimessaggera, con particolare riferimento agli eventi transitori associati a segnali gravitazionali, neutrini e burst ad alta energia. Sulla base di tale analisi, vengono definiti i requisiti osservativi preliminari del telescopio MezzoCielo, in termini di campo di vista, tempo di risposta, frequenza di campionamento, profondità di osservazione e copertura temporale. Il documento include anche una valutazione delle strategie osservative ottimali nelle diverse fasi evolutive del sistema (prototipo e configurazione finale), con simulazioni e criteri di prioritizzazione delle analisi.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI35

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

MezzoCielo – Definizione dell'hardware dedicato all'analisi di oggetti transienti

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

definire le specifiche tecniche dell'infrastruttura hardware necessaria a supportare l'archiviazione e l'analisi dei dati generati dal telescopio MezzoCielo per l'identificazione di eventi transitori astrofisici, in particolare controparti ottiche di segnali multimessaggeri. La definizione sarà guidata dai requisiti scientifici associati ai principali casi d'uso (onde gravitazionali, FRB, GRB, ecc.) e sarà orientata a garantire capacità di archiviazione, accesso rapido e scalabilità, in linea con l'evoluzione da prototipo a sistema completo.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP06

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

6

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.6.2-Mezzocielo - Tabella dei Requisiti per il server nella configurazione finale dedicato all'Astronomia Multimessaggera. Il deliverable fornisce la definizione dei requisiti tecnici del sistema di archiviazione e gestione dati destinato al supporto dell'attività scientifica di follow-up ottico di eventi multimessaggeri, in particolare controparti di onde gravitazionali e altri transienti astrofisici. Vengono stimati i volumi di dati generati nella configurazione finale del telescopio MezzoCielo (900 canali), le esigenze in termini di capacità di archiviazione, throughput di I/O, tempi di accesso, ridondanza e sicurezza. Il documento specifica inoltre la modularità del sistema, pensato per essere espandibile a partire dalla configurazione del prototipo, e la sua integrazione con le pipeline di analisi automatiche e semi-automatiche dedicate alla rilevazione di eventi transitori in tempo quasi reale.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI36

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

SRT - Strategie osservative per follow-up di onde gravitazionali e sorgenti transienti

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Sviluppo di strategie osservative, software e algoritmi per la gestione sinergica di grandi mole di dati generati durante il follow-up elettromagnetico di onde gravitazionali e sorgenti transienti.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP06

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio di Cagliari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.6.8-SRT - Strategie osservative per il follow-up di onde gravitazionali e sorgenti transienti. Questo deliverable documenta le attività svolte nel contesto dello sviluppo di strategie osservative, strumenti

software e soluzioni algoritmiche per il follow-up elettromagnetico con il Sardinia Radio Telescope (SRT) in risposta alla rivelazione di onde gravitazionali e altri eventi transienti.

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI37

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

MezzoCielo – Acquisto dell'hardware dedicato all'analisi di oggetti transienti

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Acquisizione del sistema di archiviazione dei dati scientifici che verranno prodotti da MezzoCielo, ottimizzando l'identificazione e selezione dei fenomeni transienti. Compatibilmente all'enorme volume di dati generato ogni notte, il sistema sarà progettato per ricevere i dati già calibrati, consentire una strategia di analisi efficiente e supportare un sistema di archiviazione selettiva. In questa fase si prevede l'acquisizione di un primo server da 500 TB, sufficiente per il prototipo, ma scalabile per supportare la futura espansione del sistema. L'obiettivo è garantire una piattaforma stabile, espandibile e operativa per il monitoraggio automatico di transienti ottici.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP06

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Osservatorio Astronomico di Padova

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

12

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

D.6.7-Mezzocielo - Documentazione collaudo e test del server di storage. Il deliverable fornisce una descrizione dettagliata delle attività di installazione, configurazione e collaudo del (primo) server di storage dedicato all'analisi dei fenomeni transienti nel contesto del telescopio MezzoCielo. Il sistema, con una capacità di circa 500 TB, è destinato a supportare la fase prototipale del progetto, basata su un numero limitato di camere, e a garantire la scalabilità verso una configurazione più ampia. La documentazione include la descrizione dell'architettura hardware installata, i risultati delle prove di funzionamento in condizioni operative realistiche, le verifiche di compatibilità con il flusso dati prodotto dalla catena di pre-elaborazione e l'analisi delle prestazioni in termini di capacità di archiviazione e di accesso rapido ai dati. Vengono inoltre descritte le indicazioni per una futura espansione modulare del sistema stesso. Questo deliverable rappresenta un riferimento tecnico per l'impiego del sistema di storage durante le attività di test e osservazione del prototipo e costituisce una base operativa per il successivo potenziamento nella configurazione finale del telescopio."

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**

Kick-off meeting

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.1

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

Stazione di Medicina

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

1

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

5

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

L'organizzazione del kick-off meeting del progetto avrà inizio subito dopo l'eventuale approvazione della proposta progettuale, quindi prima del M1. Il primo incontro di progetto vedrà il coinvolgimento di tutto il gruppo di lavoro ASTRASud e si svolgerà a Bologna-Medicina, sede dell'Istituto di Radioastronomia, che ha in capo il WP1. Il gruppo di lavoro di IRA si occuperà di organizzare la logistica del meeting e tutte le attività preparatorie per poter presentare alle Unità operative (UOs) coinvolte: gantt chart, con obiettivi, attività e prodotti di progetto; piano di comunicazione, strategia di disseminazione e Visual Identity; strategia di monitoraggio e strumento di rilevamento dei dati; dettagli organizzativi dei meetings in presenza; regole e pianificazione dell'attività di rendicontazione. Verranno inoltre discusse le regole di condivisione della documentazione in uno specifico repository (es. google drive). Il meeting, della durata di 1-2 giorni, verrà organizzato con risorse interne dell'Istituto, risultando a costo zero per il progetto. La pianificazione dei luoghi di incontro per i meeting in presenza successivi verrà discussa con tutti gli Istituti in corso d'opera, dal momento che le attività potrebbero subire variazioni, rendendo più utile ed efficace incontrarsi nella sede di un'UO piuttosto che un'altra.

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**

2° project meeting (M6)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.2

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

Osservatorio Astrofisico di Catania

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

2

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

5

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

Organizzazione e svolgimento del secondo incontro di coordinamento che si svolgerà a Catania, presso l'Osservatorio Astronomico di Catania, il quale si occuperà dell'organizzazione logistica. I contenuti del meeting verranno pianificati dal responsabile del WP1, in concerto con il resto del gruppo di lavoro ASTRASud, seguendo la pianificazione delle attività previste. L'incontro sarà sede di discussione di: attività in fase di avvio al M6, in corso di realizzazione e da pianificare nei mesi che intercorrono tra l'incontro e quello successivo; stato dell'arte delle attività di spesa gestite fino a quel momento; compilazione del file di monitoraggio con il contributo di ogni unità operativa; rilevamento delle criticità e gestione di eventuali rischi correlati, in maniera corale e condivisa all'interno del gruppo di lavoro ASTRASud; stato dell'arte dell'attività di comunicazione e disseminazione (approvazione finale del piano di comunicazione e della Visual Identity; discussione sui contenuti da inserire nelle pagine web delle unità operative; discussione sui contenuti da condividere sui social media; pianificazione della produzione e realizzazione dei materiali divulgativi per la disseminazione). Il meeting, della durata di 1-2 giorni, verrà organizzato con risorse interne dell'Osservatorio, risultando a costo zero per il progetto. La pianificazione dei luoghi di incontro per i meeting in presenza successivi verrà discussa con l'intero gruppo di lavoro ASTRASud in corso d'opera, dal momento che le attività potrebbero subire variazioni, rendendo più utile ed efficace incontrarsi nella sede di un'UO piuttosto che un'altra.

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**

3° project meeting (M12)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.3

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

8

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

5

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

Organizzazione e svolgimento del terzo incontro di coordinamento, che si svolgerà a Padova, presso l'Osservatorio Astronomico di Padova, il quale si occuperà dell'organizzazione logistica. I contenuti del meeting verranno pianificati dal responsabile del WP1, in concerto con il resto del gruppo di lavoro ASTRASud, seguendo la pianificazione delle attività previste. L'incontro sarà sede di discussione di: attività in fase di avvio al M12, in corso di realizzazione e da pianificare nei mesi che intercorrono tra l'incontro e quello successivo; stato dell'arte delle attività di spesa gestite fino a quel momento; compilazione del file di monitoraggio con il contributo di ogni unità operativa; rilevamento delle criticità e gestione di eventuali rischi correlati, in maniera corale e condivisa all'interno del gruppo di lavoro ASTRASud; stato dell'arte dell'attività di comunicazione e disseminazione (creazione delle pagine web relative al progetto sui siti INAF

e delle sottostrutture coinvolte nel progetto; discussione e approvazione dei contenuti per la disseminazione sui social media; pianificazione della struttura da dare ai video promozionali di progetto; stato dell'arte della produzione dei materiali divulgativi per la comunicazione e della procedura di acquisto di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale). Il meeting, della durata di 1-2 giorni, verrà organizzato con risorse interne dell'Osservatorio, risultando a costo zero per il progetto. La pianificazione dei luoghi di incontro per i meeting in presenza successivi verrà discussa con l'intero gruppo di lavoro ASTRASud in corso d'opera, dal momento che le attività potrebbero subire variazioni, rendendo più utile ed efficace incontrarsi nella sede di un'UO piuttosto che un'altra.

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**

4° project meeting (M18)

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.4

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

Osservatorio di Cagliari

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

14

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

5

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

Organizzazione e svolgimento del quarto incontro di coordinamento, che si svolgerà a Cagliari, presso l'Osservatorio Astronomico di Cagliari, il quale si occuperà dell'organizzazione logistica. I contenuti del meeting verranno pianificati dal responsabile del WP1, in concerto con il resto del gruppo di lavoro ASTRASud, seguendo la pianificazione delle attività previste. L'incontro sarà sede di discussione di: attività in fase di avvio al M18, in corso di realizzazione e da pianificare nei mesi che intercorrono tra l'incontro e quello successivo; stato dell'arte delle attività di spesa gestite fino a quel momento; compilazione del file di monitoraggio con il contributo di ogni unità operativa; rilevamento delle criticità e gestione di eventuali rischi correlati, in maniera corale e condivisa all'interno del gruppo di lavoro ASTRASud; stato dell'arte dell'attività di comunicazione e disseminazione (discussione e approvazione dei contenuti per la disseminazione sui social media; stato dell'arte dei video promozionali di progetto; stato dell'arte della procedura di acquisto di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale). Relativamente alla comunicazione, verrà organizzato l'evento pubblico intermedio di promozione del progetto e disseminazione dei risultati. Il meeting, della durata di 1-2 giorni, verrà organizzato con risorse interne dell'Osservatorio, risultando a costo zero per il progetto. La pianificazione dei luoghi di incontro per i meeting in presenza successivi verrà discussa con l'intero gruppo di lavoro ASTRASud in corso d'opera, dal momento che le attività potrebbero subire variazioni, rendendo più utile ed efficace incontrarsi nella sede di un'UO piuttosto che un'altra.

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**

5° project meeting (M24)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.5

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

Osservatorio Astronomico di Palermo

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

20

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

5

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

Organizzazione e svolgimento del quinto incontro di coordinamento, che si svolgerà a Palermo, presso l'Osservatorio Astronomico di Palermo, il quale si occuperà dell'organizzazione logistica. I contenuti del meeting verranno pianificati dal responsabile del WP1, in concerto con il resto del gruppo di lavoro ASTRASud, seguendo la pianificazione delle attività previste. L'incontro sarà sede di discussione di: attività in fase di avvio al M24, in corso di realizzazione e da pianificare nei mesi che intercorrono tra l'incontro e quello successivo; stato dell'arte delle attività di spesa gestite fino a quel momento; compilazione del file di monitoraggio con il contributo di ogni unità operativa; rilevamento delle criticità e gestione di eventuali rischi correlati, in maniera corale e condivisa all'interno del gruppo di lavoro ASTRASud; stato dell'arte dell'attività di comunicazione e disseminazione (discussione e approvazione dei contenuti per la disseminazione sui social media; stato dell'arte dei video promozionali di progetto; stato dell'arte della procedura di acquisto di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale). Il meeting, della durata di 1-2 giorni, verrà organizzato con risorse interne dell'Osservatorio, risultando a costo zero per il progetto. La pianificazione dei luoghi di incontro per i meeting in presenza successivi verrà discussa con l'intero gruppo di lavoro ASTRASud in corso d'opera, dal momento che le attività potrebbero subire variazioni, rendendo più utile ed efficace incontrarsi nella sede di un'UO piuttosto che un'altra.

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**

Final project meeting (M30)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.6

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

Stazione di Noto

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

26

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

5

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

Organizzazione e svolgimento del sesto e ultimo incontro di coordinamento, che si svolgerà a Noto, presso la Stazione radioastronomica di Noto, che si occuperà dell'organizzazione logistica. I contenuti del meeting verranno pianificati dal responsabile del WP1, in concerto con il resto del gruppo di lavoro ASTRASud, seguendo la pianificazione delle attività previste. Nello specifico, il momento di confronto finale tra i membri del gruppo di lavoro ASTRASud servirà a: presentare i risultati e i deliverables finali di progetto; presentare lo stato finale della rendicontazione; discutere nuove possibilità di collaborazione. In concomitanza, verrà organizzato l'evento finale di promozione del progetto e disseminazione dei risultati, con la partecipazione degli stakeholders provenienti dai diversi mondi coinvolti nel progetto. Il meeting, della durata di 1-2 giorni, verrà organizzato con risorse interne dell'Istituto, risultando a costo zero per il progetto. In occasione di questo meeting, verrà organizzato anche l'evento pubblico finale, in modo da agevolare la partecipazione dell'intero gruppo di lavoro ASTRASud.

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**

1° Monitoraggio

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

TI.7

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

Stazione di Medicina

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

1

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

6

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

Il monitoraggio è un'attività chiave del progetto perché serve a prevenire, mitigare e risolvere i rischi, garantendo il successo del progetto e, in particolare, che il progetto rimanga in linea con il piano originale, rispettando tempi, costi e obiettivi. Un monitoraggio costante permette di identificare tempestivamente deviazioni e problemi, consentendo azioni correttive prima dell'insorgenza di criticità. Il monitoraggio inoltre consente la raccolta di dati utilizzabili per identificare aree di miglioramento e ottimizzare i processi futuri del progetto, nonché per progetti futuri. Altro aspetto fondamentale, implementabile attraverso un corretto e costante monitoraggio, è quello di mantenere informati gli stakeholder sui progressi del progetto, promuovendo trasparenza e fiducia, nonché mantenere alta la motivazione del team grazie a feedback costruttivi e riconoscimenti dei successi. Si tratta quindi di un'attività fondamentale per garantire la gestione

efficace ed efficiente del progetto. La prima fase di monitoraggio si aprirà con la produzione e condivisione col team di progetto degli strumenti utili e necessari a monitorare il progetto in termini di tempi, costi, rischi, qualità e modifiche. Tra questi saranno sicuramente inclusi il diagramma di Gantt delle attività e documentazione che tenga traccia degli avanzamenti procedurali, fisici e tecnici del progetto, nonché del monitoraggio degli obiettivi intermedi, dei deliverable e del piano di comunicazione.

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**

2° Monitoraggio

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.8

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

Stazione di Medicina

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

7

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

6

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

Raccolta, rielaborazione e reporting dei dati del progetto per il 2° periodo di monitoraggio (attività, obiettivi intermedi, deliverables e piano di comunicazione).

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**

3° Monitoraggio

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.9

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

Stazione di Medicina

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

13

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

6

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

Raccolta, rielaborazione e reporting dei dati del progetto per il 3° periodo di monitoraggio (attività, obiettivi intermedi, deliverables e piano di comunicazione)

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**

4° Monitoraggio

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.10

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

Stazione di Medicina

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

19

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

6

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

Raccolta, rielaborazione e reporting dei dati del progetto per il 4° periodo di monitoraggio (attività, obiettivi intermedi, deliverables e piano di comunicazione)

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**

5° Monitoraggio

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.11

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

Stazione di Medicina

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

25

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

6

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

Raccolta, rielaborazione e reporting dei dati del progetto per il 5° periodo di monitoraggio (attività, obiettivi intermedi, deliverables e piano di comunicazione)

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**

Piano di comunicazione e visual identity

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.12

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

Stazione di Medicina

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

2

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

5

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

Elaborazione di un piano di comunicazione e disseminazione, da presentare alla prima riunione di gruppo di lavoro ASTRASud e di una "Visual Identity", da utilizzare per i siti web, il materiale digitale e cartaceo; in altre parole, una proposta di logo, facilmente fruibile da tutti i pubblici che si vogliono raggiungere nelle attività di comunicazione, e branding del progetto, da utilizzare su tutta la documentazione. Dopo la presentazione iniziale, in occasione del kick-off meeting, le proposte verranno discusse, verrà effettuata la raccolta di suggerimenti e infine si finalizzeranno i vari strumenti.

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**

Pagine web

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

TL.13

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

Stazione di Medicina

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

4

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

9

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

Creazione delle pagine web per l'inserimento di contenuti condivisi e uguali per tutti, fatto salvo elementi di interesse specifico per ogni istituto, legati alle attività dei singoli WPs. La pagina WEB è uno strumento fondamentale per la comunicazione di un progetto, perché permette di raggiungere un vasto pubblico e fornire informazioni dettagliate, includendo obiettivi, attività, risultati, pubblicazioni, e personale coinvolto, con possibilità di aggiornamenti costanti. La sua struttura la rende anche adatta a fungere da hub centrale per tutte le informazioni relative al progetto, facilitando la consultazione da parte del pubblico, dei collaboratori e dei media. In caso di implementazione di sezioni interattive, come forum, o aree commenti, può anche essere utile per favorire la partecipazione e il feedback da parte di tutti gli stakeholders.

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**

Social media (1° fase)

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

TL.14

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

Stazione di Medicina

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

6

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

7

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

Aggiornamento dei social media (Facebook, Instagram, LinkedIn, ecc.) delle Unità Operative coinvolte nel progetto per comunicare gli avanzamenti avvenuti nel primo anno di progetto (M1-M12). Comunicare lo stato di avanzamento e i risultati del progetto tramite i social media è un aspetto cruciale all'interno di un piano comunicativo più ampio che necessita di azioni dedicate. I social media raggiungono un pubblico molto vasto, spesso al di fuori dei canali tradizionali di divulgazione scientifica. Ciò permetterà al progetto

di far conoscere le proprie attività ad un pubblico che altrimenti non ne verrebbe a conoscenza e di favorire il coinvolgimento attivo attraverso commenti, condivisioni e domande, rendendo possibile ai cittadini di interagire direttamente e di sentirsi parte del processo.

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**

Social media (2° fase)

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

TI.15

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

Stazione di Medicina

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

12

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

7

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

Aggiornamento dei social media (Facebook, Instagram, LinkedIn, ecc.) delle Unità Operative coinvolte nel progetto per comunicare gli avanzamenti del periodo di attività M13-M18.

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**

Social media (3° fase)

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

TI.16

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

Stazione di Medicina

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

18

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

7

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

Aggiornamento dei social media (Facebook, Instagram, LinkedIn, ecc.) delle Unità Operative coinvolte nel progetto per comunicare gli avanzamenti del periodo di attività M19-M24.

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**

Social media (4° fase)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

TI.17

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

Stazione di Medicina

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

24

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

7

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

Aggiornamento dei social media (Facebook, Instagram, LinkedIn, ecc.) delle Unità Operative coinvolte nel progetto per comunicare gli avanzamenti del periodo di attività M25-M30.

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**

Evento pubblico intermedio (M18)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

TI.18

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

Osservatorio di Cagliari

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

14

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

5

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

Organizzazione di un evento pubblico di disseminazione, che vedrà il coinvolgimento principalmente di enti di ricerca, di imprese e policy makers. L'evento verrà organizzato in concomitanza della quarta riunione di progetto. La partecipazione in presenza dell'intero gruppo di lavoro ASTRASud all'evento pubblico, permetterà di pianificare un ricco programma di interventi, che includeranno non solo i temi legati alle attività progettuali, ma anche il processo di trasferimento tecnologico tra mondo della ricerca e mondo delle imprese.

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**

Evento pubblico finale (M30)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.19

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

Stazione di Noto

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

26

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

5

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

Organizzazione dell'evento pubblico finale di disseminazione, a cui verranno invitate tutte le tipologie di stakeholders coinvolti nell'arco di attività del progetto: enti di ricerca, imprese (PMI e grandi imprese), il Ministero, i policy makers, ecc. Verrà dato risalto all'evento tramite tutti i canali di comunicazione a disposizione del gruppo di lavoro ASTRASud, con l'obiettivo di informare su tutto il lavoro svolto e i risultati ottenuti all'interno del progetto, con una particolare attenzione al trasferimento tecnico e tecnologico tra mondo della ricerca e mondo delle imprese.

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**

Video di disseminazione

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.20

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

Stazione di Noto

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

12

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

19

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

Realizzazione di video promozionali del progetto, che abbiano anche una valenza didattica e propedeutica alla comprensione del contesto di progetto, ma in particolare delle attività e dei risultati raggiunti. Questi video comprenderanno simulazioni tridimensionali del "prima" e del "dopo" l'approvazione del progetto, includendo anche interviste ai dipendenti coinvolti nelle attività, con un'attenzione particolare verso gli aspetti tecnici e di trasferimento tecnologico.

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**

T1.21

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

Stazione di Medicina

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

1

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

30

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

L'attività di project management e project coordination è un'attività di tipo ombrello che si svilupperà nel corso di tutti i mesi di progetto. Le azioni che verranno svolte includono il coordinamento delle risorse, la gestione della documentazione, il monitoraggio dell'avanzamento e la comunicazione con i membri del team e le parti interessate. Tale attività mira ad assicurare che tutti i membri del team siano informati e

collaborino efficacemente, che venga tenuta traccia di tutti i documenti del progetto (e.g. report, contratti, fatture, documenti tecnici, ecc.), includerà la pianificazione e la gestione delle riunioni con le parti del team e delle parti interessate e gli competerà anche il controllo di costi e obiettivi (in termini di tempo e qualità). A questa attività di coordinamento e supervisione sono pertanto strettamente legate tutte le altre attività del WP1, quali: meeting di progetto, attività di monitoraggio semestrali, creazione del piano di comunicazione e delle azioni derivanti da esso e attività di disseminazione. Le figure che prevalentemente porteranno avanti le azioni necessarie allo sviluppo di tali attività sono quelle del project manager e del project coordinator.

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**

Materiali divulgativi e di promozione per la comunicazione

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T1.22

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

Stazione di Medicina

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

7

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

18

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

Produzione e acquisto di materiali per la comunicazione e la divulgazione, comprendente la creazione di almeno un volantino, una brochure e un roll-up e l'acquisto di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale. La produzione e l'uso di materiali promozionali è importante perché si tratta di strumenti utili a divulgare la conoscenza scientifica e a promuovere le attività di progetto verso un pubblico ampio e interessato. Tali materiali, presentando in modo accessibile anche gli aspetti più tecnici, contribuiscono a sensibilizzare la società sull'importanza della ricerca scientifica e sulle sue ricadute sul mondo delle imprese e sulla società tutta. In quest'ambito si inserisce anche l'acquisto del telescopio solare e del sensore digitale che verranno installati presso la sede di Medicina, dove il Centro Visite "M. Ceccarelli" accoglie migliaia di studenti e visitatori ogni anno. Lo scopo è promuovere il progetto e mostrare concretamente una parte delle attività svolte, nello specifico quelle legate alla tematica dello Space weather, rendendo possibili osservazioni solari durante le visite, nonché lo svolgimento di laboratori didattici (incluse attività PCTO) in presenza e da remoto, anche in parallelo alle acquisizioni solari radio, favorendo la valorizzazione scientifica e la comunicazione attraverso la didattica delle tematiche scientifiche del progetto.

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**

SRT - Progettazione e prototipi del ricevitore banda X

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.1

➤ **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)**

15

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

SRT è un radiotelescopio altazimutale di 64 m di diametro situato a San Basilio, circa 35 km a Nord di Cagliari. L'impianto si configura come una facility internazionale ed interdisciplinare di altissimo profilo. La geometria dell'antenna si basa essenzialmente su una coppia di riflettori shaped in configurazione simil-Gregoriana. Oltre al riflettore primario e secondario, un complesso sistema di superfici riflettenti fornisce diverse posizioni focali, permettendo di alloggiare fino ad una quindicina di ricevitori selezionabili automaticamente tramite sistemi robotici. SRT è stato ufficialmente inaugurato nel 2013. L'alto profilo delle prime pubblicazioni scientifiche ottenute a partire dal 2016 durante le prime osservazioni scientifiche dello strumento, ha univocamente decretato l'entrata di SRT nel panorama internazionale della radioastronomia. SRT può operare sia in modalità "single dish" che in modalità interferometrica nella rete Very Long Baseline interferometry (VLBI). VLBI è l'acronimo di Very Long Baseline Interferometry, una tecnica che consente di mettere in correlazione i dati raccolti da varie antenne che osservano contemporaneamente una sorgente radio, combinandoli in modo da ottenere un'immagine di risoluzione tanto più elevata quanto più è ampia la distanza tra le antenne della rete. SRT e le antenne di Noto e Medicina sono i nodi INAF dell'European VLBI Network (EVN) e formano essi stessi una rete VLBI italiana. A valle del potenziamento PON SRT_HighFreq, il radiotelescopio è ora in grado di operare con grande versatilità ed efficienza offrendo una copertura in frequenza, sebbene non continua, da 300 MHz a 116 GHz. Si propone la progettazione e lo sviluppo di un nuovo ricevitore a larga banda per SRT nell'intervallo di frequenza 8-15 GHz. Lo sviluppo del nuovo ricevitore proposto andrà a colmare un gap in frequenza attualmente presente nella flotta di ricevitori installati ad SRT e potenzierà sia l'utilizzo di SRT come antenna single-dish che nel consorzio European VLBI Network (EVN) di cui INAF è membro. In particolare, tale ricevitore permetterà notevoli opportunità sinergiche con la recente dotazione, a guida INAF e condotta all'interno del programma STILES, di ricevitori operanti nella stessa banda di frequenza nelle 64 antenne sudafricane di Meerkat (presto integrato in SKA-Mid). Numerosi sono infatti i casi scientifici di interesse sia per la comunità astronomica INAF che per quella mondiale che potranno essere abilitati dalle osservazioni di questa banda di frequenza. L'attività consiste nella parte di progettazione del ricevitore e di definizione delle sue caratteristiche e particolarmente nella realizzazione e caratterizzazione dei prototipi dei componenti non reperibili sul mercato, ovvero le parti in guida d'onda del ricevitore che vengono definiti sulla base dell'ottica e posizione focale dell'SRT. L'attività sarà svolta dal gruppo ricevitori dell'INAF-OAC che si occupa da diversi anni di progettazione, realizzazione e caratterizzazione di ricevitori criogenici a microonde. Al suo interno sono presenti figure di progettisti elettromagnetici, elettronici, meccanici e di criogenia che utilizzano software CAD di vario tipo e natura. Inoltre l'Osservatorio di Cagliari vanta laboratori di Elettronica, Microonde e Meccanica, dotati di strumenti e attrezzature di ultima generazione. Una volta definite e caratterizzate tutte le parti prototipali del ricevitore, verranno progettati il sistema criogenico e la struttura meccanica di supporto e sostegno. In questa fase si prevede la collaborazione con aziende specializzate di settore.

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**

SRT - Produzione e realizzazione ricevitore banda X

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.2

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

Osservatorio di Cagliari

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

9

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

16

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

Una volta che le attività di progettazione preliminare e il prototyping avranno raggiunto la loro fase conclusiva, si transiterà formalmente alla fase di procurement. Questo step cruciale implica l'elaborazione dettagliata dei capitolati tecnici e la preparazione della documentazione di gara. L'obiettivo primario di questa fase è l'acquisizione dei componenti hardware e sub-sistemi necessari per l'assemblaggio del ricevitore. La fase di procurement non si limiterà alla semplice selezione dei fornitori, ma garantirà che ogni componente rispetti i requisiti funzionali e prestazionali definiti in fase di progettazione. Successivamente all'approvvigionamento, l'integrazione e assemblaggio del ricevitore avverranno presso i laboratori dedicati dell'Osservatorio di Cagliari. Questa fase sarà condotta direttamente dal personale tecnico interno, garantendo un elevato livello di controllo qualità e di expertise specifica. Parallelamente, verranno eseguite verifiche funzionali e test di validazione rigorosi. Questi test includeranno la calibrazione strumentale, le misure di performance (e.g., rumore di sistema, guadagno) e i test di stress per assicurare che il ricevitore soddisfi tutte le specifiche di progetto e operi in modo ottimale.

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**

SRT - Potenziamento ricevitore CARUSO

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.3

➤ **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)**

24

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

L'upgrade di SRT concluso nel 2023 nell'ambito del progetto PON SRT_HighFreq, ha rappresentato una grande opportunità di dotare SRT con tutti i sistemi elettronici, meccanici e software necessari per permettere l'osservazione delle sorgenti radioastronomiche a più alte frequenze radio rispetto a quelle di prima luce (massima frequenza 26 GHz), aprendo una finestra dello spettro elettromagnetico non ancora esplorata da SRT. Nell'ambito del potenziamento del radiotelescopio si propone un miglioramento delle prestazioni del ricevitore CARUSO ad alta frequenza sviluppato nel progetto PON SRT_HighFreq, permettendo di aumentare la sensibilità del ricevitore per rivelare sorgenti sempre più deboli. CARUSO è un ricevitore multibeam a 16 canali con un sistema elettronico, criogenico e meccanico molto complesso. Una delle parti principali della catena che influenzano le sue prestazioni in termini di rumore e guadagno, sono gli LNA criogenici. Questi componenti sono in continua evoluzione e seguono i trend tecnologici dell'industria dei semiconduttori. Per questo motivo si ritiene necessario progettare e realizzare l'upgrade del ricevitore nel ridisegnare la catena RF sostituendo gli LNA attuali che hanno buone performance in termini di rumore ma un ridotto guadagno, con LNA più moderni e performanti. Per fare questo sarà necessario riprogettare la catena e modificare anche il dewar, l'elettronica di alimentazione e controllo, basata su schede INAF proprietarie.

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**

SRT - Potenziamento ricevitore MISTRAL

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.4

➤ **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)**

24

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

Nell'ambito del potenziamento del radiotelescopio si propone un miglioramento delle prestazioni del ricevitore MISTRAL ad alta frequenza sviluppato nel progetto PON SRT_HighFreq, includendo la possibilità di utilizzare nuove modalità osservative permettendo di studiare le controparti elettromagnetiche di onde gravitazionali e in generale le sorgenti radio del cosmo non solo in continuo ma anche in polarizzazione. Si propone il miglioramento delle prestazioni criogeniche del ricevitore in maniera da poterlo rendere prontamente utilizzabile nel contesto del nuovo sistema di scheduling dinamico delle osservazioni SRT. In questo modo MISTRAL sarebbe utilizzabile nell'ambito dell'astronomia multi-messaggera per localizzare la controparte radio a 90 GHz all'interno di un campo di vista istantaneo di 4 minuti d'arco, con una precisione di 12 secondi d'arco. Il miglioramento della criogenica potrebbe richiedere un potenziamento della capacità

di raffreddamento della testa fredda e un nuovo compressore. Si propone inoltre un miglioramento dell'array di KIDs che fornisca una frazione di pixel attivi più elevata rispetto all'attuale sensore.

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**

SRT - Meccatronica

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.5

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

Osservatorio di Cagliari

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

6

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

24

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

Si propone un miglioramento delle prestazioni generali di SRT grazie ad un ammodernamento della meccatronica del telescopio come i motori, gli azionamenti, i cabinet. Tale upgrade permetterà di implementare soluzioni di recupero energetico, sfruttando la conoscenza mutuata dal progetto europeo AtLAST2 di cui INAF è partner, migliorando la sostenibilità energetica dell'infrastruttura.

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**

SRT - Sistema di controllo

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.6

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

Osservatorio di Cagliari

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

6

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

20

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

Una delle caratteristiche tecniche che rendono SRT uno dei radiotelescopio più performanti in Europa è la superficie attiva. Il riflettore primario è composto da più di 1000 pannelli ed altrettanti attuatori meccanici di precisione che sono controllati digitalmente per compensare le deformazioni gravitazionali del riflettore. La superficie attiva permette di ottenere un'alta efficienza del radiotelescopio alle più alte frequenze e rende SRT uno strumento quasi unico al mondo nel suo genere. Si propone un miglioramento delle prestazioni generali del telescopio grazie ad un ammodernamento dei sistemi di controllo di SRT che sarà effettuato acquisendo nuova componentistica come cablaggi e connettori della superficie attiva.

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**

Noto - Sviluppo e prototipizzazione link RFoF per sistema IFD

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.7

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

Stazione di Noto

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

1

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

18

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

Il Sistema di Distribuzione delle Frequenze Intermedie (Intermediate Frequency Distributor - IFD) per il radiotelescopio di Noto è il centrale per gli interventi di potenziamento pianificati. Questo sistema rappresenta il completamento logico e necessario delle infrastrutture esistenti, in particolare di quelle realizzate nell'ambito del progetto PON SRT_HighFreq. Quest'ultimo ha portato alla creazione e all'implementazione di un ricevitore simultaneo a tre bande operative ad alta frequenza: la banda K (18-26 GHz), la banda Q (34-50 GHz) e la banda W (80-116 GHz). L'integrazione di questo ricevitore avanzato conferisce al radiotelescopio di Noto la capacità unica di eseguire mappe radio e osservazioni interferometriche contemporaneamente su tutte e tre le bande. Questa capacità lo posiziona come uno strumento all'avanguardia per l'indagine della Fisica Solare (Space Weather) e per le applicazioni nell'ambito dell'Astronomia Multi-Messaggera, ampliando significativamente le sue capacità di ricerca astrofisica. Le bande intermedie (IF) in uscita dal ricevitore sono comprese nell'intervallo 2-18 GHz. Per garantire un utilizzo ottimale e completo di queste ampie bande, è indispensabile un sistema IFD robusto e flessibile. Tale sistema avrà il compito di frazionare e suddividere questa banda IF totale in porzioni discrete e gestibili, che potranno essere campionate efficientemente dai backend digitali. Inoltre, l'IFD dovrà essere in grado di distribuire e instradare i segnali a tutti i sistemi di acquisizione dati presenti all'osservatorio, inclusi quelli specificamente previsti dal Work Package 5 (WP5) del progetto. Per raggiungere questo obiettivo la prima attività sarà focalizzata sullo studio e la progettazione di link ottici dedicati alla trasmissione di segnali in radiofrequenza (RF) a larga banda, con una copertura estesa fino a

18 GHz. Questi link rappresentano una componente critica del sistema di Distribuzione delle Frequenze Intermedie (IFD) del radiotelescopio. La loro funzione principale sarà il trasporto delle otto uscite IF dal ricevitore multi-banda K-Q-W, attualmente installato nel fuoco secondario del radiotelescopio, verso la sala CED (Centro Elaborazione Dati) dell'Osservatorio di Noto. Questa delocalizzazione dei segnali RF è strategica: una volta che i segnali saranno riconvertiti in RF nella sala CED, dove gli spazi e le condizioni ambientali sono più idonei per l'installazione di apparecchiature complesse, il sistema IFD potrà provvedere alla loro suddivisione e distribuzione ottimizzata in sottobande, indirizzandole ai vari backend per l'acquisizione dati. Le attività di ricerca e sviluppo verranno condotte presso i laboratori dell'INAF, avvalendosi della strumentazione di diagnostica e misura di proprietà dell'Istituto. Il progetto prevede inoltre una stretta collaborazione con partner industriali specializzati nel settore (vedere lettera d'intenti). Una fase di sviluppo approfondita sarà dedicata all'identificazione e alla validazione di soluzioni tecnologiche che soddisfino requisiti stringenti. Particolare enfasi sarà posta sull'ottimizzazione di parametri chiave quali la dinamica – cruciale per la gestione di segnali ad alta intensità, specialmente nelle osservazioni solari (Space Weather) – la cifra di rumore (Noise Figure - NF) e il guadagno del link (Link Gain). Questa attività culminerà nella realizzazione di un prototipo funzionante (coppia OTX-ORX, ovvero trasmettitore e ricevitore ottico) che dovrà dimostrare la piena conformità alle specifiche di progetto stabilite.

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**

Noto - Costruzione del sistema IFD

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.8

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

Stazione di Noto

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

12

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

15

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

Questo task rappresenta la seconda fase del progetto del sistema IFD e si focalizzerà sulla progettazione architettonica e sull'implementazione del sistema Intermediate Frequency Distribution (IFD), destinato all'installazione presso il Centro Elaborazione Dati (CED). Il sistema IFD dovrà essere ingegnerizzato per assicurare la distribuzione simultanea di segnali RF di almeno due sottobande da 2 GHz per ciascuna delle tre bande radio garantite dal ricevitore. Questa configurazione è essenziale per ottimizzare la larghezza di banda elaborabile e soddisfare alle esigenze scientifiche per lo Space Weather e l'Astronomia Multi-Messaggera. La fase di progettazione e sviluppo sarà condotta internamente dal personale INAF, avvalendosi delle competenze e delle infrastrutture disponibili nei laboratori dell'Istituto. L'approccio del design sarà di tipo ibrido, ovvero si prevede sia l'utilizzo di circuiti stampati (PCB), per l'integrazione di moduli complessi, sia l'implementazione con componenti discreti, per garantire l'ottimizzazione delle prestazioni, laddove specifici requisiti di rumore, linearità o potenza lo rendano necessario. Per la realizzazione dei prototipi iniziali, si prevede il ricorso a affidamenti diretti o appalti intermedi, volti all'approvvigionamento di componenti specifici o servizi di fabbricazione di schede PCB. Al completamento della fase di design e validazione dei prototipi, verranno indette due distinte procedure di gara d'appalto.

Una per la fornitura dei link ottici, l'altra per la realizzazione in scala del sistema IFD basato sul design validato, comprensivo di tutte le sue componenti elettroniche, meccaniche e software.

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**

Noto - Aggiornamento sistema di tracking

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.9

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

Stazione di Noto

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

4

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

24

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

Il Radiotelescopio di Noto, un'antenna parabolica da 32 metri di diametro con piena orientabilità in azimuth ed elevazione, rappresenta un'infrastruttura di ricerca fondamentale dell'INAF. La sua dotazione di un sistema di superficie attiva (Active Surface System) compensa le deformazioni gravitazionali strutturali, garantendo un mantenimento ottimale della forma parabolica e rendendolo idoneo per osservazioni ad alta frequenza. Questa capacità lo posiziona strategicamente per applicazioni nella fisica solare (Work Package 5) e nell'astronomia Multi-Messaggera (Work Package 6). Inoltre, le sue dimensioni e l'agilità operativa lo qualificano come asset prezioso per il tracking di oggetti in orbita terrestre, inclusi i detriti spaziali. Queste caratteristiche del radiotelescopio di Noto hanno guidato una serie di aggiornamenti infrastrutturali critici: Il progetto PON SRT_HighFreq ha potenziato il telescopio con un ricevitore a tre bande simultanee ad alta frequenza. Il progetto PNRR NG Croce ha introdotto un ricevitore in Banda P, preparando lo strumento per attività di Space Surveillance and Tracking (SST - Work Package 4), in sinergia con le attività del radiotelescopio Croce del Nord. L'attuale sistema di tracking, installato nel 2002 da Vertex Antenna Technik, è ormai obsoleto. La mancanza di supporto dal fornitore e l'irreperibilità sul mercato dei componenti di ricambio mettono a rischio la continuità operativa dello strumento. Per consolidare gli investimenti pregressi e assicurare la continuità funzionale imposta dal finanziamento PN RIC, un intervento di sostituzione del servosistema è imperativo. Questo upgrade offre l'opportunità, non solo di garantire la funzionalità a lungo termine del radiotelescopio, ma anche di ottimizzare le sue performance per le esigenze delle attività spaziali. Si vuole ottenere un incremento significativo in termini di velocità, accelerazione e precisione di inseguimento (tracking accuracy), unitamente a un sostanziale miglioramento dell'affidabilità operativa. Questa attività si concentrerà sulla definizione delle specifiche tecniche del nuovo servosistema. Particolare attenzione verrà posta su: algoritmi di fitting e Integrazione delle traiettorie in arrivo dallo station computer, fondamentali per minimizzare gli errori di puntamento; guadagni dei loop di posizione del servosistema al fine di massimizzare la risposta e la stabilità del sistema; lavoro in controcoppia dei motori per il recupero dei giochi meccanici (backlash) e il miglioramento della rigidità del sistema, specialmente durante il tracking di oggetti a basse velocità o con inversioni di moto. Per supportare la definizione di queste specifiche, verrà creato un banco di test dedicato, che consentirà di simulare le condizioni operative e di validare le scelte progettuali prima dell'implementazione finale. Questa fase, di fondamentale importanza, sarà interamente curata dal personale interno, che vanta anni di comprovata esperienza nella progettazione e realizzazione di sistemi mecatronici applicati alle antenne radioastronomiche. Al termine di questa fase, verrà bandita una

gara d'appalto per la realizzazione completa del sistema, comprensiva della fornitura e installazione dei quadri elettrici, motori, teleruttori, cablaggi, nonché della messa in opera (installation) e del commissioning (collaudo funzionale e integrazione) dell'intero servosistema.

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**

Aggiornamento Croce del Nord

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.10

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

Stazione di Medicina

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

12

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

12

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

Il radiotelescopio Croce del Nord è stato il primo dei radar italiani a far parte della rete dei sensori europea EUSST. Ad oggi è uno dei radar con le maggiori performance (grazie al suo elevato numero di ricevitori disposti una una grande area collettore) e flessibilità (facilità di adattare il metodo osservativo in base al target da osservare). La Croce del Nord è quindi un ottimo ricevitore di echi radar da utilizzare a supporto ed integrazione dei radiotelescopi del sud (Noto e SRT). La rete italiana così composta da queste 3 antenne, avrà la possibilità di ricevere echi in contemporanea e formerà il primo radar multistatico mai realizzato fino ad ora, con il vantaggio di aumentare la precisione orbitale di un ordine di grandezza. In questa attività si vuole quindi aggiornare la Croce del Nord per aumentarne la sensibilità, andando a completare parte dello specchio cilindrico parabolico del ramo Est-Ovest e alcune parti elettroniche e meccaniche a supporto delle osservazioni radio nel campo della ricerca Multimessaggera..

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**

LOFAR - Acquisto strumentazione e KIT

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.11

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

Stazione di Noto

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

1

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

25

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

La stazione di LOFAR avrà una capacità a doppio fascio (dual beam), consentendo di osservare il cielo con l'intero array LOFAR e di osservare contemporaneamente un'altra posizione del cielo come singola stazione. Le capacità a doppio fascio sono state progettate specificamente per lo Space Weather e aumentano notevolmente le capacità di LOFAR per i transitori e l'astronomia multimessaggera. L'attività in questione prevede le fasi procurement e di contrattualizzazione delle parti e dei kit necessari alla stazione. Nello specifico si parla dell'acquisto delle antenne (comprehensive di connessioni, kit di montaggio e cabinet), delle schede AHBAFE di nuova generazione da montare sulle antenne e dell'hardware di stazione (compreso quello ciò che è necessario per il dual beam) da installare nel cabinet.

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**

LOFAR - Attività preparatoria del sito

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T2.12

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

Stazione di Noto

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

15

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

12

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

L'attività riguarda gli interventi necessari e preparatori preso la stazione di Noto al fine di ospitare la Stazione LOFAR 2.0. Questi interventi riguardano la creazione delle piattaforme necessarie alle antenne, la distribuzione elettrica e l'estensione dell'impianto elettrico e l'estensione della rete dati in fibra ottica verso la rete internet. Questi ultimi task risultano semplificati, in quanto beneficiano degli interventi già fatti con il PNRR, ovvero l'ammodernamento dell'impianto elettrico della stazione di Noto e l'aumento della banda dati a 100Gb/sec fatta dal GARR.

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**

Adeguamento piattaforma e allacci per il telescopio TANDEM

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T3.1

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

Osservatorio Astronomico di Palermo

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

6

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

15

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

Per l'installazione e la stabilità di telescopio e cupola (aventi complessivamente un peso tra i 1000 e i 2000 Kg, a seconda del modello di cupola) sarà opportuno adeguare la piattaforma attualmente esistente al GAL Hassin, avente dimensioni 10 x 8 metri. L'attività comprenderà la realizzazione di una gettata opportunamente dimensionata e armata per scaricare i carichi della cupola e l'estensione dei cavi di collegamento e alimentazione che attualmente arrivano al limite della superficie della piattaforma.

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**

Telescopio TANDEM

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.2

➤ **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)**

30

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

Realizzazione ed installazione del sistema STEERABLE TELESCOPE CLUSTER (TANDEM) presso il GAL Hassin sulle Madonie in provincia di Palermo. TANDEM, acronimo di Telescope Array eNabling DEbris Monitoring, è un telescopio di recente concezione il cui primo esempio è stato recentemente installato presso la stazione astronomica di Loiano. Il concetto è stato sviluppato dal dr. A. Buzzoni dell'INAF – OAS di Bologna ed è stato specificatamente progettato per la sorveglianza spaziale e il tracciamento dei detriti. Il sistema che si intende acquisire comprenderà: 1) Un Steerable Telescope Cluster (STC350). 2) Una cupola clamshell ad azionamento remoto. 3) Il software di controllo e acquisizione dedicato. 4) I servizi di trasporto, installazione in loco e commissioning del sistema. Il telescopio sarà inoltre dotato di 5 filtri a banda larga (Luminanza, Sloan g, r, i, z) per ciascuno dei 4 tubi newtoniani del sistema, allo scopo di ottimizzare le sue capacità di osservazione. Il sistema TANDEM è espressamente ottimizzato per il monitoraggio di detriti spaziali e satelliti artificiali, consentendo la caratterizzazione e l'inseguimento di oggetti brillanti e veloci. Questo strumento si configurerà come un complemento strategico al già esistente telescopio WMT (Wide-field Mufara Telescope), un telescopio di classe 1 metro a largo campo installato anch'esso sulle Madonie, il quale è specializzato nell'osservazione di oggetti più deboli. L'utilizzo combinato di questi due strumenti permetterà una copertura completa e diversificata degli oggetti in orbita. La configurazione ottica del TANDEM prevede 4 tubi newtoniani con apertura di 35 cm o 40 cm, con un rapporto focale $f/D = 3$ e uno spianatore custom Wynne da 4 pollici. Ogni telescopio offrirà un campo di vista di circa $2de \times 2de$, con la possibilità di combinare i campi fino a una separazione massima di $20de \times 20de$. Ogni telescopio sarà equipaggiato con camere sCMOS Moravian modello C4-16000. La magnitudine limite richiesta è di circa $V \square 18.5$ in 60 secondi per ciascun telescopio, raggiungendo $V \square 19.2$ in 60 secondi in modalità combinata. Il sistema sarà dotato di un set di 4 filtri Sloan oltre alla modalità "clear" per ciascuno dei 4 treni ottici. La montatura, dotata di encoder assoluti, permetterà di condurre osservazioni sia in tracking siderale che con inseguimento sugli oggetti, con una velocità massima di $10de/secondo$. Il software di controllo consentirà la gestione completa del sistema, inclusi puntamento, acquisizione delle immagini e diagnostica. Sarà controllabile da remoto e interfacciabile con software e script esterni, come ad esempio Python. Sarà inoltre equipaggiato con i necessari PC di controllo per garantire la completa robotizzazione del sistema e un accurato sistema GPS di timekeeping, in grado di mantenere la precisione temporale delle osservazioni fornite al di sotto dei 5ms, requisito indispensabile per una accurata determinazione orbitale e astrometria di oggetti veloci.

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

Archiviazione dati TANDEM

➤ 11D1.20c: Acronimo Attività

T.3.3

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

Osservatorio Astronomico di Palermo

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

6

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

25

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

Acquisizione del sistema di calcolo e archiviazione dati con 4 workstation, con switch SFP da 10Gb, e server PTP. Il Sistema di calcolo, nella configurazione base, è composto da workstation identiche, installate in un cabinet standard contenente il necessario per il funzionamento dell'applicazione. Il cabinet è composto da: 4 workstation (vedi sotto), 1 switch di rete con porte 10 Gb per la connessione delle workstation e porte SFP per la connessione con fibra ottica, 1 server PTP per la sincronizzazione del tempo esatto fra le varie workstation e tutti i sistemi connessi alla stessa rete, tutti gli accessori per la distribuzione della corrente di alimentazione e ventilazione. Ciascuna workstation, sarà configurata come segue: Processore Intel Core i9-14900KF 24 core/32 thread - 2,4 GHz / 6 GHz, 128 GB ram, 2x 10Gb ethernet, GPU Nvidia GeForce RTX 4090 - 24GB GDDR6X - 16384 CUDA core (modelli finali da definire), 1x SSD NVMe 1TB (utilizzato per OS) + 2x SSD NVMe 4 TB (utilizzato per archiviazione DB e file sharing). La configurazione del software installato a bordo delle workstation concorre alla realizzazione di un cluster basato su Proxmox VE. Nel dettaglio, ogni workstation è configurata come segue: Proxmox è installato come manager delle macchine virtuale. Ogni workstation supporta 3 macchine virtuali (VM1, VM2, VM3). VM1 - Astrometria: macchina virtuale basata su Windows. Questa macchina è connessa direttamente alla GPU e a una porta di rete 10 Gb. La connessione diretta della VM all'hardware permette l'utilizzo completo dei driver della GPU senza i delay tipici della virtualizzazione. L'utente può connettersi via Remote Desktop a queste macchine per poter compiere l'analisi dati. VM2 – Gestione Database: macchina virtuale basata su Linux. Questa VM contiene il database "lightweight" usato per gestire la telemetria e i log dei telescopi e altri sistemi connessi. VM3 – Gestione File Sharing: macchina virtuale basata su Linux. Questa VM contiene il software necessario per la realizzazione del disco di rete condiviso fra tutte le macchine del tipo VM1. Il sistema utilizzato (MinIO o equivalente) permette di realizzare un unico "disco condiviso" basato su tutti i dischi presenti nel sistema (tutti i dischi di sharing di tutte le workstation). La condivisione avviene per massimizzare le performance di lettura/scrittura e velocizzare l'accesso a file di grandi dimensioni (e.g. FITS). Questo software è inoltre configurato per gestire la ridondanza in caso di failure di dischi o di intere workstation. La configurazione di Proxmox permette di creare un Cluster (l'intero cabinet) composto da 5 nodi. L'amministratore del sistema ha a disposizione una singola console (webapp) Proxmox per la gestione di tutti i nodi. Per quanto riguarda la ridondanza dei file salvati nel sistema "File Sharing" (FITS, immagini post-processato etc), il software MinIO gestisce autonomamente la ridondanza secondo un proprio modello interno. Per l'archiviazione a lungo termine dei dati si è optato per una soluzione di archiviazione su nastro LTO (Linear Tape-Open) ad alte prestazioni e secondo lo standard 9 (LTO-9), con connettività Ethernet 10 Gigabit. Questo sistema permette di accedere alle unità LTO tramite la rete, come se fossero dischi locali, ma con i benefici di costo e capacità dell'archiviazione su nastro. Le prestazioni per lo standard LTO9 possono raggiungere i 400 MB/sec (1000 MB/sec in modalità compressa), con capacità di stoccaggio su ciascuna unità LTO9 di 18 TB (45 TB in modalità compressa). L'esatto dimensionamento del sistema sarà fatto all'inizio del progetto, ma stime preliminari indicano che sia necessaria una memoria di archiviazione di diverse decine di Terabyte.

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**

Realizzazione telescopio solare con triplo canale osservativo

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.4

- **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)**

20

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

Il Telescopio Solare dell'OACT, operativo presso la sede di Catania, è una delle infrastrutture storiche e strategiche per il monitoraggio dell'attività solare in Italia e in Europa. Lo strumento attualmente in uso è costituito da due rifrattori coassiali da 150 mm di diametro e 2130 mm di lunghezza focale, equipaggiati con: un filtro interferenziale di tipo Lyot per osservazioni nella riga Ha (656.28 nm) con banda passante di 0.025 nm, e un filtro quantico Daystar per la riga CaII K (393.4 nm) con banda passante di 0.2 nm. L'infrastruttura è dotata di due camere scientifiche Andor Marana per l'imaging ad alta dinamica e rapidità, e opera quotidianamente per fornire dati solari in tempo reale alla rete SWESNET (Space Weather Service Network) dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). OACT rappresenta il nodo italiano per le osservazioni solari ottiche nel contesto delle attività europee dedicate allo Space Weather. La facility è in grado di acquisire dati in maniera automatica, elaborarli in pipeline dedicate e trasferirli ai portali internazionali per il monitoraggio delle condizioni del Sole e dell'eliosfera. Nonostante l'ottima continuità operativa e la robustezza del sistema, la strumentazione risente dei limiti tecnologici legati alla sua architettura e all'impossibilità di effettuare osservazioni ad alta risoluzione spaziale su aree localizzate, come le Regioni Attive (AR). Alla luce delle crescenti esigenze scientifiche e applicative nel campo della meteorologia spaziale, si propone la realizzazione di un nuovo telescopio solare con triplo canale (2 canali full-disc + uno ad alta risoluzione), in grado di offrire un salto qualitativo nelle capacità osservative, mantenendo la vocazione operativa quotidiana e rafforzando il contributo italiano alle reti internazionali di monitoraggio solare. Questa attività prevede la progettazione ottico-meccanica di un nuovo telescopio solare ottimizzato per l'acquisizione simultanea di immagini full disc nelle centro delle righe Ha (656.28 nm) e CaII-K (393.37 nm) e osservazioni cromosferiche ad alta risoluzione nel centro e sulle ali della riga Ha(656.28 nm). La progettazione includerà il tracciamento ottico, la selezione dei materiali e delle configurazioni meccaniche per garantire stabilità termica e precisione di allineamento. Saranno sviluppati anche gli elementi meccanici necessari all'integrazione di filtri interferenziali, telecamere scientifiche e motorizzazioni per il puntamento e la messa a fuoco. L'attività coinvolgerà il confronto con aziende di settore per la definizione delle specifiche realizzative e la verifica della fattibilità tecnica. Il canale osservativo ad alta risoluzione sarà dedicato all'imaging dettagliato di Regioni Attive solari. Il sistema sarà progettato per ottenere una risoluzione spaziale dell'ordine di 0.5 arcsec su un campo di vista di circa 15 arcmin, colmando il divario tra le osservazioni sinottiche full disc e quelle ad altissima risoluzione con campo ristretto disponibili attualmente nella comunità scientifica. Il canale includerà un sistema ottico dedicato, filtri interferenziali selettivi e una camera scientifica ad alte prestazioni, ottimizzata per operazioni rapide e ad alta dinamica. Saranno inoltre sviluppati sistemi di stabilizzazione e focalizzazione fine per garantire qualità d'immagine anche in condizioni variabili. I dati ottenuti contribuiranno alla caratterizzazione morfologica e dinamica delle AR, supportando modelli previsionali per eventi Space Weather. I due canali osservativi per l'acquisizione simultanea dell'intero disco solare nella riga Ha (656.28 nm) e nella riga K del CaII (393.37 nm) saranno dotati di rifrattore dedicati dell'ordine dei 300 mm f/7, filtri interferenziali narrowband ad alta stabilità (Lyot o Fabry-Perot) e camere scientifiche ad alta dinamica. Le ottiche saranno progettate per garantire uniformità fotometrica e bassa aberrazione su tutto il campo. L'architettura sarà ottimizzata per la continuità operativa (osservazioni giornaliere) e l'automazione completa, con particolare attenzione al controllo termico e alla co-registrazione temporale delle immagini. I dati generati verranno utilizzati per il monitoraggio globale dell'attività solare e integrati nelle diverse reti per la sorveglianza Space Weather a cui l'OACT contribuisce da più di 10 anni. E' prevista la realizzazione di una montatura ad alte prestazioni, progettata ad hoc per la gestione dei tre canali.

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**

Software di controllo

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.5

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

Osservatorio Astrofisico di Catania

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

6

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

24

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

Alla base delle attività scientifiche e operative legate allo Space Weather vi è la necessità imprescindibile di un monitoraggio continuo, preciso e coordinato del Sole. Questo richiede non solo strumenti ottici avanzati, ma anche un sistema di controllo affidabile, flessibile e altamente integrato, in grado di gestire le osservazioni in tempo reale e garantire la coerenza tra i dati acquisiti. Nel caso del nuovo telescopio solare progettato per il progetto ASTRASud, articolato in tre canali osservativi indipendenti (due full disc e uno ad alta risoluzione), il sistema di controllo del telescopio (TCS) non rappresenta un semplice sottosistema ausiliario, bensì un componente centrale e strategico. Il TCS ha il compito di coordinare il movimento della montatura, gestire i sottosistemi ottici e ambientali, sincronizzare le osservazioni tra i canali principali e garantire l'affidabilità e la sicurezza del funzionamento quotidiano. L'elevato livello di automazione, le esigenze di sincronizzazione temporale assoluta e la necessità di interfacciarsi con servizi di monitoraggio esterni (come SWESNET) rendono questa attività autonoma e ad alta specializzazione, con requisiti progettuali stringenti sia dal punto di vista software che hardware. Il TCS sarà basato su un'architettura in tempo reale, derivata da tecnologie del settore dell'automazione industriale. Questo approccio garantirà un hardware affidabile, conforme agli standard internazionali, inclusi quelli relativi alla sicurezza funzionale (Functional Safety). Il TCS dovrà operare su un PC industriale. Le prestazioni in tempo reale garantite dalla tecnologia TwinCAT, l'interfaccia grafica di ingegneria (Engineering GUI) saranno indipendenti dalla piattaforma. Le comunicazioni avverranno tramite protocollo OPCUA, anch'esso indipendente dal sistema operativo. Il TCS, dunque, dovrà essere dotato di un server OPCUA che consentirà la comunicazione remota con il sistema di controllo dell'osservatorio e altri client, come l'interfaccia utente. Il protocollo OPCUA opererà a una frequenza di base di 10 Hz, ed sarà utilizzato sia per comandare gli assi della montatura e i sottosistemi, sia per ricevere eventuali dati di telemetria. Il TCS dovrà essere compatibile anche con driver ASCOM, tramite i quali è possibile interfacciarsi con software planetari. Il driver ASCOM genererà la tabella di traiettoria necessaria (PVT – posizione, velocità, tempo) per consentire al TCS di inseguire con precisione il Sole. Il sistema potrà registrare eventuali dati di telemetria con timestamp accurati, grazie alla sincronizzazione temporale assoluta garantita dall'interfaccia PTP (Precision Time Protocol), con accuratezza inferiore a 1 microsecondo, tramite antenna GPS. Il PTP seguirà lo standard IEEE 1588 e si baserà su un'architettura client/server per la sincronizzazione precisa dei dispositivi in rete. Le prestazioni in tempo reale saranno supportate dal protocollo EtherCAT, uno dei fieldbus più avanzati nel settore dell'automazione. Basato su Ethernet, EtherCAT (standard IEC 61158) consentirà cicli di comunicazione estremamente brevi ($\leq 100 \mu s$) e jitter di sincronizzazione molto bassi ($< 100 ns$), rendendo lo strumento adatto ad applicazioni in tempo reale "hard". L'obiettivo è assicurare affidabilità e continuità operativa nelle osservazioni solari quotidiane.

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**

Predisposizione e installazione telescopio solare

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.6

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

Osservatorio Astrofisico di Catania

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

19

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

12

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

Questa attività è dedicata all'installazione del nuovo telescopio solare presso la sede dell'INAF-OACT, in sostituzione dell'attuale strumento operativo. L'attività comprende tutte le operazioni necessarie per la predisposizione logistica e infrastrutturale del sito osservativo, la collaborazione con il fornitore per l'integrazione meccanica e ottica, e le operazioni di montaggio, collaudo e test funzionale dell'intero sistema. L'attività sarà preceduta dalla dismissione del telescopio attualmente in uso, ormai obsoleto rispetto agli standard scientifici e tecnologici attuali, e non più in grado di soddisfare i requisiti osservativi richiesti dal contesto operativo dello Space Weather. La rimozione avverrà nel rispetto delle procedure di sicurezza, con smontaggio delle componenti esistenti. Seguirà quindi l'installazione del nuovo telescopio solare presso la sede dell'INAF-OACT. Le operazioni includeranno: verifica e adeguamento della piattaforma esistente (basamento e struttura); interventi su impianti elettrici e rete dati, cablaggi per il controllo e la comunicazione; assemblaggio della montatura altazimutale e del tubo ottico con supporto tecnico del fornitore; allineamento ottico dei canali osservativi e installazione dei moduli ausiliari; test statici e dinamici del sistema, prove di puntamento e inseguimento; integrazione iniziale con i sottosistemi di acquisizione e controllo (definitiva nel WP5); formazione del personale su operazioni di manutenzione ordinaria e sicurezza. Saranno condotti test funzionali e verifiche di collimazione, stabilità e risposta strumentale. L'attività si concluderà con la validazione tecnica dell'impianto e l'avvio della fase operativa controllata, in sinergia con le attività software già previste nel WP 5. Questa attività rappresenta un passaggio cruciale per garantire la piena operatività del sistema, in vista delle fasi successive dedicate all'osservazione scientifica e all'integrazione nei servizi Space Weather.

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**

Progettazione Opto-Meccanica del collettore principale del dimostratore di MezzoCielo

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.7

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

30

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

L'attività riguarda la progettazione opto-meccanica di un collettore rifrattivo sferico monocentrico, di classe dimensionale pari a un metro di diametro. Il collettore è costituito da una struttura sferica composta da dodici gusci a menisco in vetro, ed è riempito con un fluido a basso indice di rifrazione e alta trasparenza. La progettazione comprende anche una piattaforma meccanica a culla, che sostiene i canali ottici correttori. Questa piattaforma è in grado di ruotare attorno a un asse parallelo a quello terrestre, per compensare la rotazione terrestre durante le osservazioni. Le attività proseguiranno con i test sul collettore realizzato e con la sua installazione presso il sito SoS Enattos, in Sardegna.

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**

Realizzazione e installazione del collettore principale del dimostratore di MezzoCielo

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.8

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

Osservatorio di Cagliari

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

13

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

18

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

La costruzione del collettore rifrattivo sferico monocentrico e della piattaforma a culla rotante sarà affidata a fornitori selezionati tramite bando pubblico di selezione. È prevista inoltre l'acquisizione del fluido a basso indice di rifrazione ed alta trasparenza necessario al funzionamento del sistema. Il collettore sarà testato e successivamente installato all'interno della cupola presso il sito di Sos Enattos, in Sardegna.

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**

Definizione requisiti di performance del dimostratore di MezzoCielo

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.9

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

12

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

Tale attività, svolta in collaborazione con i gruppi di lavoro WP4, WP5 e WP6, è finalizzata alla definizione dei requisiti di performance del dimostratore di MezzoCielo, a partire dai requisiti scientifici e di monitoraggio dell'ambiente spaziale. In particolare, l'attività si concentra sulla definizione dell'area colletttrice richiesta, del campo di vista, della scala sul piano focale e della banda spettrale. Questi requisiti hanno un impatto diretto sulla progettazione ottica del canale ottico correttore.

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**

Progettazione e ottimizzazione dei processi dei canali ottici correttori di MezzoCielo

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.10

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

30

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

Tale attività include la definizione e la progettazione ottica, meccanica e di piano focale in collaborazione con le compagnie private interessate. In particolare, Tale collaborazione permetterà di definire i requisiti e ottimizzare il design per la produzione su larga scala di sistemi opto-meccanici complessi. Ogni componente sarà progettato tenendo conto delle esigenze di industrializzazione, ovvero della capacità di realizzare ed

integrare migliaia di unità identiche tramite processi automatici o semi-automatici, garantendo nel contempo qualità, ripetibilità e costi competitivi.

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**

Realizzazione del prototipo del canale ottico correttore di MezzoCielo

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.11

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

13

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

18

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

La realizzazione del prototipo del canale ottico correttore sarà affidata a fornitori selezionati tramite bando pubblico. Il prototipo avrà lo scopo di verificare le prestazioni del dimostratore MezzoCielo e di validare i processi di produzione, integrazione e allineamento, in vista di future produzioni su larga scala. In tale attività è incluso l'acquisto di una camera CMOS per la verifica delle performance.

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**

Acquisizione del sistema di sviluppo e test (MezzoCielo)

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.12

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

30

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

Tale attività riguarda l'approvvigionamento di un server in grado di acquisire e gestire in parallelo i dati provenienti da diverse camere CMOS, delle camere stesse, di schede di acquisizione (frame grabber), switch di rete, cavi e hardware ausiliario. Inoltre l'attività include l'installazione dell'hardware in un ambiente di laboratorio, l'installazione di un ambiente di sviluppo, incluso il kit di sviluppo software per l'acquisizione, e l'esecuzione dei test e di validazione di base per l'acquisizione 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**

Sviluppo e test del software (MezzoCielo)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.13

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

7

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

23

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

Tale attività si prefigge di sviluppare un software di acquisizione in grado di acquisire e pre-elaborare dati immagine provenienti da diverse camere CMOS in parallelo e di verificare la pipeline con dati reali e simulati. Inoltre tale attività mira a sviluppare procedure di distribuzione, di monitoraggio e di test, portando alla prima release del software di acquisizione e dei pacchetti ausiliari.

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**

Integrazione e validazione del sistema di pre-elaborazione dei dati con la pipeline di elaborazione scientifica (MezzoCielo)

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.3.14

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

19

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

12

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

Tale attività prevede di integrare il sistema di acquisizione e pre-elaborazione dei dati con le camere CMOS e la pipeline di elaborazione scientifica e di validare il sistema in condizioni di acquisizione in condizioni realistiche e prossime a quelle di osservazione. Durante tale attività verranno apportate modifiche e aggiornamenti al software, se necessario.

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**

Sistema di GPU per AI per i dati di TANDEM e data fusion

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.4.1

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

Osservatorio Astronomico di Palermo

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

6

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

20

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

"La proliferazione dei detriti spaziali in orbita terrestre rappresenta una sfida critica per la sostenibilità delle attività spaziali. Migliaia di frammenti, da microscopici a estesi, minacciano satelliti e missioni future. Per potere sfruttare al meglio le potenzialità del telescopio TANDEM e delle infrastrutture radio occorre sviluppare un centro di analisi dati innovativo che sfrutti al meglio l'enorme volume di dati grezzi al giorno, prodotti dai telescopi. Il telescopio TANDEM genererà un flusso massivo di terabyte di dati grezzi al giorno, inclusi immagini ad alta risoluzione e sequenze temporali di osservazioni. L'analisi tradizionale di tale mole di informazioni è insostenibile. Qui l'Intelligenza Artificiale (IA) si rivela indispensabile. Algoritmi di apprendimento automatico, in particolare le reti neurali 3) 3profonde, sono capaci di identificare pattern complessi, classificare oggetti, prevedere traiettorie e rilevare anomalie in dataset vasti e rumorosi. L'IA automatizzerà l'intero processo analitico dell'identificazione e caratterizzazione di nuovi detriti, dalla stima delle loro orbite alla previsione di collisioni, trasformando rapidamente i dati in conoscenza utile per la sicurezza spaziale. Per supportare le capacità della nostra infrastruttura e le esigenze computazionali dell'IA,

realizzeremo un Centro di Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC), specificamente ottimizzato per carichi di lavoro intensivi su GPU. L'architettura è concepita come un sistema end-to-end, garantendo efficienza e scalabilità. Il sistema comprende: 1) un nodo di management per la gestione la pianificazione dei job e il monitoraggio delle risorse; 2) un nodo di storage stratificato per performance e capacità: Una sezione ad alte prestazioni (FLASH), basata su unità SSD NVMe, fornirà accesso ultrarapido ai dati essenziali per il pre-processing e l'addestramento dei modelli IA, eliminando colli di bottiglia I/O. Accanto a ciò, uno storage capacitivo basato su dischi rigidi ad alta capacità garantirà l'archiviazione a lungo termine di tutti i dati grezzi, modelli addestrati e risultati delle analisi; 3) nodi di calcolo GPU ad alta densità: questa scelta è cruciale per l'efficienza. Le interconnessioni ad alta velocità come (es. NVLink) tra le GPU all'interno dello stesso nodo permettono una comunicazione estremamente rapida, riducendo drasticamente i tempi di addestramento per i complessi modelli IA che richiedono scambi frequenti di gradienti e pesi. Questo minimizza anche l'overhead di rete, tipico delle configurazioni più distribuite, e semplifica la gestione del cluster; 4) nodo di rete: l'interconnessione tra tutti questi componenti sarà garantita da una rete ad alta velocità Infiniband o Ethernet. L'enorme capacità di calcolo di questo centro HPC, unita ai dati disponibili, aprirà scenari scientifici e operativi senza precedenti. Con questa infrastruttura, saremo in grado di effettuare una caratterizzazione dettagliata dei detriti, identificando con precisione la loro natura, dimensione e composizione. Potremo affinare la modellazione dinamica e la previsione di collisioni, simulando scenari complessi e l'evoluzione a lungo termine delle popolazioni di detriti con accuratezza elevata. L'IA permetterà il rilevamento e il tracciamento automatizzato di nuovi oggetti, anche di piccole dimensioni, integrando rapidamente le informazioni astrometriche, fotometriche ed eventualmente da cataloghi esistenti. Questo fornirà un supporto critico alle manovre evasive satellitari, consentendo agli operatori di proteggere asset preziosi. Inoltre, saremo in grado di identificare oggetti sconosciuti e anomalie orbitali, e di supportare lo sviluppo di strategie di mitigazione attiva per la pulizia dello spazio, così come di seguire campagne di rientro con la capacità di prevedere i punti di impatto. "

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**

Sviluppo della pipeline di riduzione dati per il telescopio TANDEM

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.4.2

- **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)**

24

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

Sviluppo di una pipeline all'avanguardia per la riduzione dati in banda ottica per il telescopio TANDEM (Telescope Array e Nabling DEbris Monitoring). Questa attività è cruciale per massimizzare l'efficienza e l'accuratezza delle osservazioni di TANDEM. La pipeline da sviluppare non si limiterà ai passi standard della riduzione dati astronomica, ma integrerà funzionalità avanzate e algoritmi specifici per affrontare le sfide poste dalle osservazioni di oggetti veloci e brillanti, su cui il telescopio TANDEM è ottimizzato. I task previsti includono: Riduzione Dati Standard: Implementazione robusta e ottimizzata delle procedure di base (correzione del bias, del flat field e sottrazione del fondo cielo), essenziali per ottenere dati accurati dalle

camere CMOS. Ottimizzazione della Configurazione del Telescopio: Sviluppo algoritmi per l'analisi e l'ottimizzazione della configurazione spaziale dei telescopi multipli di TANDEM, al fine di massimizzare l'area di copertura e l'efficienza di rilevamento per specifici problemi di sorveglianza (es. ricerca di nuovi detriti, tracking di oggetti noti). Astrometria di Precisione: Implementazione di moduli astrometrici avanzati, in grado di determinare con elevata precisione le posizioni degli oggetti osservati, fondamentale per la ricostruzione delle orbite. Ciò include la gestione delle distorsioni ottiche e delle non-linearità del sistema. Scelta Ottimale delle Stelle di Riferimento: Sviluppo di strategie e algoritmi per la selezione automatica e dinamica delle stelle di riferimento appropriate dal campo di vista, garantendo un'accurata calibrazione astrometrica e fotometrica anche in condizioni di osservazione variabili (es. velocità di tracking elevate). Estrazione della Fotometria in Modalità Tracking Siderale: Progettazione e implementazione di metodi di estrazione fotometrica specifici per la modalità di osservazione in tracking siderale, che permettano di misurare la luminosità degli oggetti in movimento rispetto allo sfondo stellare, compensando il moto del telescopio. Correzione per la Contaminazione Stellare: Sviluppo e applicazione di tecniche avanzate per identificare, quantificare e correggere la contaminazione da stelle di sfondo all'interno dell'apertura fotometrica degli oggetti target, aspetto critico per ottenere misurazioni fotometriche accurate in campi stellari densi. Integrazione e Controllo Remoto: Sviluppo di interfacce per il controllo remoto della pipeline e la sua interfacciabilità con software di gestione del telescopio, garantendo un'operatività fluida e robotizzata del sistema.

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**

Sviluppo di algoritmi AI per determinare l'origine dei detriti

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.4.3

- **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)**

30

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

Sviluppo di algoritmi AI per determinare la natura e l'origine dei detriti combinando dinamica e fotometria. Questa attività si concentra sullo sviluppo di algoritmi avanzati basati sull'Intelligenza Artificiale (AI) e sul Machine Learning (ML) per svelare la natura, la composizione e l'origine dei detriti spaziali. L'attività principale consiste nell'integrare e analizzare con metodi innovativi due tipologie fondamentali di dati: 1) Dati di Dinamica Orbitale: Informazioni precise sulle traiettorie, le velocità e le evoluzioni orbitali dei detriti. 2) Dati Fotometrici Multibanda: Osservazioni della luminosità dei detriti in diverse lunghezze d'onda dello spettro ottico. Sarà necessaria la fusione intelligente di dati dinamici (che rivelano il moto e le interazioni gravitazionali) con dati fotometrici (che offrono indizi sulle proprietà fisiche e del materiale), richiedendo la capacità di gestire e sincronizzare dataset eterogenei. Il cuore del lavoro è la progettazione, implementazione e ottimizzazione di modelli di Intelligenza Artificiale (come reti neurali, alberi decisionali, algoritmi di clustering e classificazione) che possano: a) Classificare i Detriti: Distinguere tra diverse tipologie di oggetti (es. frammenti di razzi, satelliti inattivi, frammenti da collisione, residui di propellente) basandosi sulle loro caratteristiche combinate. b) Determinare la Composizione: Inferire il tipo di materiali

di cui sono fatti i detriti analizzando come la loro luminosità varia nelle diverse bande fotometriche. c) *Identificare l'Origine:* Tracciare a ritroso l'evento che ha generato il detrito (es. esplosione di un satellite, collisione, frammentazione di uno stadio di razzo), spesso correlato a variazioni improvvise della dinamica orbitale e alle proprietà fotometriche. d) *Stimare Proprietà Fisiche:* Utilizzare la combinazione di dati per stimare parametri come le dimensioni, la forma (se possibile) e la rotazione dei detriti. Questa attività richiede una forte componente di ricerca, esplorando nuove tecniche di AI/ML applicabili alla Space Situational Awareness (SSA) / Space Domain Awareness (SDA) e contribuendo all'avanzamento dello stato dell'arte nella caratterizzazione automatizzata dei detriti. Le soluzioni sviluppate dovranno essere testate e validate utilizzando dataset sia reali che simulati, con un'enfasi sull'ottimizzazione delle prestazioni (accuratezza, velocità computazionale) e della robustezza degli algoritmi.

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**

Sistema di calcolo e storage per dati Mezzocielo dedicato a SSA e SST

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.4.4

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

12

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

Questa task è dedicata alla configurazione finale e all'acquisto del sistema di calcolo e di storage per il dimostratore MezzoCielo. Il telescopio, in fase di realizzazione presso il sito di Sos Enattos, prevede l'installazione iniziale di un singolo canale ottico equipaggiato con una camera CMOS da $9.4k \times 6.4k$ pixel, che sarà utilizzata per la validazione del collettore rifrattivo sferico monocentrico e per lo sviluppo della catena di acquisizione e analisi dati. Parallelamente, nell'ambito del progetto ASTRASUD, sarà avviato lo sviluppo del sistema di gestione dati scalabile fino a 100 camere, configurazione intermedia verso l'obiettivo finale di un telescopio completo dotato di circa 900 canali ottici, ciascuno con un sensore CMOS di formato $\sim 9k \times 9k$. In configurazione a 100 camere operative, MezzoCielo è progettato per acquisire dati ad alta cadenza temporale (un'esposizione ogni 2 secondi per 10 ore consecutive), producendo ogni notte oltre 1,8 milioni di immagini, per un volume complessivo stimato in circa 30 TB (inclusi metadati e overhead). Tale flusso dati pone sfide rilevanti in termini di storage, gestione e analisi rapida. L'obiettivo principale del sistema è supportare le attività di Space Situational Awareness (SSA) e Space Surveillance and Tracking (SST). Quest'ultimo richiede l'individuazione e la classificazione tempestiva di oggetti artificiali in orbita terrestre (RSO, Resident Space Objects), con tempi di aggiornamento inferiori a ~ 6 ore dalla fine dell'acquisizione notturna. Per soddisfare questo vincolo operativo, è stato progettato un sistema di calcolo locale ad alte prestazioni, basato su architettura parallela con unità GPU in grado di sostenere l'elaborazione massiva tramite algoritmi ottimizzati di intelligenza artificiale. Le GPU sono necessarie per l'esecuzione di modelli come YOLO (You Only Look Once), capaci di rilevare automaticamente oggetti in movimento nelle immagini con velocità dell'ordine di 45 immagini al secondo per GPU. Per garantire l'elaborazione completa del dataset notturno in meno di 6 ore, si stima la necessità di almeno 3 GPU di classe L40S o superiore, affiancate da storage NVMe ad alta banda e memoria RAM adeguata per

l'elaborazione in batch. A supporto del sistema di calcolo, è previsto l'acquisto di un sistema di storage locale ad alte prestazioni, in grado di sostenere l'ingestione giornaliera di oltre 30 terabyte di dati. Il sistema sarà progettato con una capacità utile minima di 500 TB, così da conservare almeno 10 notti complete di osservazione e consentire il lavoro su dataset paralleli, inclusi dati simulati e reali per l'addestramento delle reti neurali. Il sottosistema sarà basato su dischi NVMe o SSD enterprise-level, organizzati in configurazione RAID 6 o superiore, per assicurare ridondanza, tolleranza ai guasti e prestazioni ottimizzate. Il sistema sarà predisposto per una futura scalabilità modulare, in vista dell'estensione a 900 canali ottici prevista nella configurazione finale di MezzoCielo. Una volta acquisito e messo in opera, i sistemi di calcolo e di storage supporteranno lo sviluppo degli algoritmi e delle pipeline specifiche del dimostratore MezzoCielo.

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**

Pipeline di pre-processing e astromettrizzazione automatica per dati ottici di MezzoCielo

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.4.5

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

6

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

Questa attività è finalizzata alla progettazione e realizzazione del primo blocco funzionale della pipeline scientifica del sistema MezzoCielo, orientato alla gestione di immagini astronomiche acquisite ad alta frequenza temporale. Il pre-processing include il recupero e la gestione dei file corretti per bias e flat field, provenienti da un nodo di calibrazione dedicato, e l'organizzazione efficiente dei dati in un sistema di archiviazione ad alte prestazioni. Segue l'implementazione di un modulo di astromettrizzazione automatica scalabile, basato inizialmente su software consolidati (astrometry.net, SExtractor), da cui verranno derivate librerie Python ottimizzate per elaborare in batch e in parallelo migliaia di immagini per notte. Il sistema dovrà essere robusto rispetto alla presenza di tracce mobili nel campo e capace di produrre cataloghi temporanei accurati di sorgenti fisse. Una specificità del sistema MezzoCielo è la sua architettura multicamera, in cui ogni canale osserva una porzione contigua del cielo in modo simultaneo. Ogni camera possiede una propria distorsione geometrica, che dovrà essere stimata individualmente e codificata all'interno dell'header FITS delle immagini, per garantire un corretto posizionamento degli oggetti sulla sfera celeste e consentire confronti con cataloghi astrometrici e immagini di riferimento. Le informazioni sui modelli di distorsione geometrica dei singoli canali verranno fornite dal Work Package 3 (WP3), dedicato alla progettazione e caratterizzazione ottica del sistema. Questi modelli costituiranno la base per le simulazioni delle immagini per il lavoro di astromettrizzazione del campo di vista del telescopio MezzoCielo, e guideranno l'implementazione di una pre-risoluzione astrometrica del sistema.

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**

Sviluppo di algoritmi di determinazione orbitale, generazione di TDM, ricezione multistatica e data fusion

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.4.6

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

Stazione di Noto

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

10

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

20

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

Per il radiotelescopio di Noto, sarà sviluppato un nuovo sistema di determinazione orbitale e generazione di TDM (Tracking Data Message), il formato dati che permette di condividere le misure sul database EUSST ed in generale, è lo standard raccomandato per i messaggi di dati di tracciamento. Inoltre sarà sviluppato un sistema di determinazione orbitale capace di prendere i dati da più stazioni radio riceventi, in particolare dalle 3 stazione radio italiane SRT, Croce del Nord e parabola di Noto, generando il prima sistema radar multistatico al mondo, composto appunto da un solo trasmettitore e da 3 stazioni riceventi. Con questo sistema, sarà possibile incrementare la precisione della stima dell'orbita e anche avere maggiori informazioni sulla rotazione dell'oggetto (periodo di rotazione, assetto, tumbling, ecc.). Ciò è importante soprattutto per gli oggetti in rientro in maniera incontrollata, per capire come può avvenire l'impatto e l'attraversamento delle zone più dense dell'atmosfera terrestre. Infine, sfruttando anche i dati dei telescopi ottici (TANDEM, MezzoCielo), potrà essere fatta quella che è definita "data fusion", cioè un algoritmo capace di prendere tutti i dati ottici e radio, e utilizzarli per incrementare ulteriormente la precisione sulle misure di tracciamento degli oggetti in orbita, aumentando le capacità e le performance della rete italiana ed il contributo al Consorzio Europeo SST.

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**

Definizione dei requisiti per il Sistema di GPU per AI per i dati di TANDEM

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.4.7

➤ **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)**

5

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

La definizione dei requisiti per il centro di analisi dati del telescopio TANDEM è cruciale per la sua efficacia nella gestione dei terabyte di dati grezzi giornalieri e per la sicurezza spaziale. Il processo inizia con un kick-off strategico che coinvolge tutti gli stakeholder: scienziati, esperti IA, ingegneri software e operatori. L'obiettivo primario è trasformare rapidamente i dati in conoscenza utile sui detriti spaziali. Raccolta e Analisi dei Requisiti: La fase di raccolta è il cuore del processo e si articola in: 1) Requisiti Funzionali: i) Acquisizione e Ingestione Dati: Stabilire come ricevere, archiviare e pre-processare le immagini ad alta risoluzione e le sequenze temporali del TANDEM. ii) Elaborazione IA: Definire gli algoritmi di machine learning e deep learning per l'identificazione, classificazione, stima delle orbite, previsione delle collisioni e rilevamento delle anomalie dei detriti. iii) Gestione Dati: Come i dati elaborati verranno archiviati, indicizzati e resi interrogabili. iv) Interfacce Utente: Requisiti per dashboard e visualizzazioni interattive che permettano agli utenti di interagire con dati e risultati. v) Esportazione/Condivisione Dati: Modalità per condividere analisi e dati finali con altre entità. 2) Requisiti Non Funzionali: i) Performance: Tempi di elaborazione, latenza nelle previsioni di collisioni. ii) Scalabilità: Capacità di gestire volumi di dati crescenti e nuove funzionalità. iii) Affidabilità e Disponibilità: Garanzia di un funzionamento continuo. iv) Sicurezza: Protezione dei dati sensibili e controllo degli accessi. v) Manutenibilità: Facilità di aggiornamento e debug del sistema. vi) Usabilità: Semplicità delle interfacce. vii) Conformità: Rispetto di standard e normative di settore. 3) Requisiti Tecnici: i) Piattaforme/Tecnologie: Scelta di cloud computing, linguaggi di programmazione (es. Python), framework ML (es. TensorFlow), database. ii) Integrazioni: Necessità di collegamenti con sistemi esistenti. Modellazione, Validazione e Gestione: I requisiti vengono poi modellati tramite casi d'uso. Tutti i requisiti sono documentati in un documento sulle Specifiche dei Requisiti Software (SRS). Infine, si procede alla validazione, definendo i criteri di accettazione e prioritizzando ogni requisito (Must-have, Should-have, ecc.). La gestione delle modifiche e la tracciabilità sono essenziali per il successo. Questa fase sarà curata dal personale interno e una volta conclusa permetterà l'avvio della gara per l'acquisizione del sistema di calcolo.

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**

Pipeline per il rilevamento oggetti in movimento e correlazione con cataloghi orbitali per SSA/SST per MezzoCielo

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.4.8

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

21

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

Questa attività segue ""Sviluppo della pipeline di pre-processing e astrometizzazione automatica per dati ottici ad alta cadenza per MezzoCielo"" ed è dedicata allo sviluppo del blocco centrale della pipeline scientifica del sistema MezzoCielo, finalizzato al rilevamento automatico di oggetti in movimento in immagini astronomiche ad alta cadenza, con applicazioni nei domini della Space Situational Awareness (SSA) e della Space Surveillance and Tracking (SST). La task si articola in due componenti distinte: - Caso SSA (Near-Earth Objects, asteroidi, ecc.): Gli oggetti appaiono puntiformi in ogni singola immagine, ma si spostano da un'esposizione all'altra. Il rilevamento avviene tramite il confronto tra cataloghi astrometrici generati da immagini consecutive e algoritmi di tracciamento che identificano sorgenti che si muovono con traiettorie compatibili con orbite eliocentriche o geocentriche. Questo modulo sfrutterà metodi classici di cross-matching e fitting astrometrico, con eventuale supporto di tecniche di machine learning per il filtraggio dei falsi positivi. - Caso SST (Resident Space Objects): Gli oggetti in orbita terrestre generano tracce lineari (trail) all'interno della singola esposizione, con morfologia e lunghezza dipendenti dalla quota orbitale (LEO, MEO, HEO). Il rilevamento si basa su reti neurali convoluzionali della famiglia YOLO (You Only Look Once), addestrate per riconoscere le tracce nelle immagini grezze. L'obiettivo non è la classificazione dell'oggetto, ma la localizzazione robusta delle sue tracce anche in presenza di rumore o sfondo complesso. Le reti saranno addestrate su dati simulati e immagini reali, in particolare provenienti da telescopi INAF a elevata cadenza come lo Schmidt di Asiago. Per entrambe le componenti, i risultati del rilevamento saranno correlati con i principali cataloghi orbitali disponibili (es. TLE, Space-Track, MPC) per identificare oggetti noti e generare liste di candidati non associati, utili per aggiornamento catalografico o attivazione di follow-up.

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**

Procurement e installazione delle tecnologie per la 'Solar Agility' in banda radio per SWx

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.1

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

Stazione di Noto

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

1

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

12

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

Procurement e installazione di dispositivi per l'osservazione radio solare in modalità agile. Il task prevede l'acquisto dell'hardware necessario e l'implementazione di tecniche osservative adeguate. Lo scopo è consentire: (1) Capacità di avere modalità operative per osservazioni radio-solari nei telescopi INAF attivabili in tempo reale (remotizzazione delle attenuazioni per osservazioni solari): ciò consente un aumento della efficienza e periodicità delle osservazioni solari. (2) Capacità di avere un ampio range dinamico che

copra Sole Quiet, Regioni Attive e Brillamenti: ciò determina un sistema unico di monitoraggio di tutta la fenomenologia della cromosfera solare in un'ottica di Space Weather forecast. (3) Capacità di realizzare osservazioni simultanee multi-banda con misure spettrali 18-100 GHz: ciò determina la possibilità di caratterizzare lo spettro delle componenti di gyro-resonance delle regioni attive come indicatore precursore di brillamenti/CMEe.

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**

Commissioning e validazione delle tecnologie per la 'Solar Agility' in banda radio per SWx

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.2

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

Stazione di Noto

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

7

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

24

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

Verifica e caratterizzazione della strumentazione acquisita e delle tecniche implementate. Esecuzione di eventuali adeguamenti software che si rendessero necessari entro i sistemi di controllo delle antenne. Esecuzione di osservazioni solari con le tecnologie installate.

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**

Procurement e sviluppi di tecnologia GAIA: upgrade hardware, scrittura firmware e verifica

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.3

- **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)**

24

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

Acquisto di componentistica, aggiornamento hardware e firmware e verifica finale per schede GAIA, funzionali all'osservazione di oggetti celesti ad elevatissima dinamica come il Sole

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**

Progettazione e implementazione dell'architettura per l'elaborazione e gestione prodotti osservativi radio SWx

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.4

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

Stazione di Noto

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

1

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

5

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

Progettazione generale di sistemi per l'analisi, l'archiviazione e la fruizione delle mappe solari prodotte e delle misure ottenute su di esse. (1) Sistema di archiviazione dei prodotti osservativi radio-solari nazionali (immagini e spettri dinamici). (2) Elaborazione automatica dei prodotti radio-solari con individuazione dei parametri di interesse per lo Space Weather (ad esempio variazioni di brillantezza e spettro delle regioni attive che preludono a brillamenti) e relativo servizio di alert. (3) Portale per la disseminazione dei prodotti e monitoring degli eventi precursori o associati a brillamenti ed emissione di massa coronali.

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**

Procurement e installazione del sistema ICT per l'analisi e l'archiviazione di tutti i prodotti radio SWx

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.5

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

Stazione di Noto

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

1

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

12

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

Acquisto e installazione, presso la sede di Noto, delle macchine e dei dispositivi per l'infrastruttura ICT destinata ad ospitare i dati radio, il software di elaborazione in tempo semi-reale e l'archivio dei prodotti ottenuti (mappe solari, misure sulle regioni attive, ecc.) con le antenne INAF e altri radiotelescopi afferenti ai progetti solari

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**

Procurement e installazione del sistema ICT per le attività di sviluppo software per i prodotti radio SWx

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.6

- **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)**

12

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

Acquisto e installazione, presso la sede di OAC, delle macchine e dei dispositivi per l'infrastruttura ICT destinata ad essere impiegata per lo sviluppo di nuovi algoritmi, da trasferire in produzione solo dopo test e validazione

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**

Procurement e installazione del sistema ICT con il ruolo di mirror backup per i prodotti radio SWx

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.7

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

Stazione di Medicina

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

1

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

12

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

Acquisto e installazione, presso la sede di Medicina, delle macchine e dei dispositivi per l'infrastruttura ICT destinata a fungere da mirror backup per il sistema implementato a Noto.

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**

Sviluppo di strumenti software per l'elaborazione dei dati radio SWx

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.8

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

Stazione di Medicina

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

7

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

24

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

Scrittura/upgrade di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio, per la realizzazione del map making, l'identificazione delle regioni attive e l'esecuzione di misure su di esse.

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**

Realizzazione e test del portale per la disseminazione dei prodotti radio SWx

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.9

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

Stazione di Noto

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

7

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

24

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

Produzione di un portale per consentire la disseminazione dei prodotti radio SWx. Il portale visualizzerà sulla home page le ultime mappe radio prodotte dalle antenne INAF e dai telescopi del progetto Solaris, complete di misure sulle regioni attive in esse rilevabili, e permetterà agli utenti di accedere all'archivio di tutte le mappe radio (e relative misure) disponibili - alle diverse frequenze e acquisite con i diversi radiotelescopi

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**

Progettazione e sviluppo delle pipeline per i canali full disk del nuovo telescopio solare ottico

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.10

- **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)**

12

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

Sviluppo di pipeline automatizzate per l'acquisizione, calibrazione, riduzione e validazione dei dati acquisiti nei canali full disc (Ha, CaII-K) del nuovo telescopio solare. Il sistema assicurerà la sincronizzazione temporale tra i due flussi osservativi full disc, il controllo dei parametri di acquisizione, la generazione automatica dei metadati, e la strutturazione coerente dei dati per l'archiviazione e la successiva elaborazione scientifica. Il software sarà progettato per integrarsi nativamente con l'infrastruttura locale di storage, con la pipeline scientifica e con i servizi pre-operativi per lo Space Weather (in particolare il nodo SWESNET). Saranno implementate funzionalità di logging, diagnostica e supporto all'automazione giornaliera delle osservazioni. Le pipeline saranno compatibili con gli standard scientifici e lo Space Weather.

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**

Progettazione e sviluppo della pipeline per il canale ad alta risoluzione del telescopio solare ottico

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.11

➤ **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)**

12

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

Sviluppo di una pipeline automatizzata per l'acquisizione, calibrazione, riduzione e validazione dei dati acquisiti nel canale ad alta risoluzione del nuovo telescopio solare. Il sistema assicurerà, il controllo dei parametri di acquisizione, la generazione automatica dei metadati, e la strutturazione coerente dei dati per l'archiviazione e la successiva elaborazione scientifica. Saranno implementate funzionalità di logging, diagnostica e supporto all'automazione giornaliera delle osservazioni. La pipeline sarà compatibile con gli standard scientifici e lo Space Weather

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**

Analisi automatica e identificazione delle Regioni Attive solari

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.12

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

Osservatorio Astrofisico di Catania

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

13

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

12

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

Implementazione di moduli per l'estrazione automatica delle AR, il calcolo dei parametri morfologici e l'analisi dell'evoluzione temporale, con classificazione preliminare del rischio flare.

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**

Infrastruttura di archiviazione e accesso dati ottici

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.13

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

Osservatorio Astrofisico di Catania

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

13

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

12

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

Progettazione e messa in opera di una base dati organizzata per osservazioni ottiche, con funzionalità di interrogazione avanzata (per data, riga spettrale, AR, ecc.) e accesso multiutente.

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**

Validazione scientifica e benchmark delle pipeline per il telescopio solare ottico

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.14

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

Osservatorio Astrofisico di Catania

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

15

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

12

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

*Test su dataset di riferimento per valutare accuratezza e robustezza delle pipeline e sistemi di archiviazione.
Integrazione con osservazioni storiche e altri flussi INAF/ESA per confronto.*

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**

Sviluppo framework di integrazione ottico-radio

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.15

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

Osservatorio Astrofisico di Catania

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

15

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

12

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

L'attività è dedicata allo sviluppo di procedure e strumenti per la valorizzazione scientifica e applicativa dei dati prodotti dal nuovo telescopio solare, in sinergia con altre infrastrutture osservative, in particolare nel dominio radio. Verranno sviluppati indicatori diagnostici avanzati per l'analisi integrata dei fenomeni solari, che combinino osservazioni ottiche (fotosfera e cromosfera) e segnali radio (es. burst, emissioni coronali), permettendo una caratterizzazione multi-banda delle Regioni Attive e degli eventi ad alto impatto Space Weather.

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**

Progettazione di un portale pubblico per la disseminazione dei dati integrati

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.5.16

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

Osservatorio Astrofisico di Catania

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

19

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

12

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

Produzione continuativa di mappe solari integrate (ottico e radio) annotate, time-series ed eventi classificati, con esportazione automatica verso archivi SWx. Campagna di test delle funzionalità di integrazione, verifica della robustezza in scenari di reale operatività, prima pubblicazione dei prodotti multi-banda in ambiente produttivo.

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**

SRT - Scheduling dinamico

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.6.1

- **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)**

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

L'attività consiste nello sviluppo di un software di scheduling dinamico per SRT. Il passaggio ad una schedulazione dinamica di un telescopio rappresenta un cambio di paradigma nell'organizzazione delle osservazioni astronomiche, allontanandosi da rigide schedulazioni predefinite per implementare una gestione flessibile e reattiva dei telescopi. Questa agilità si rivela cruciale nell'era dell'astronomia multi-messaggera, un campo in rapida espansione che integra informazioni provenienti da diversi "messaggeri". L'importanza della schedulazione dinamica risiede nella sua capacità di ottimizzare la risposta a eventi transitori e spesso inaspettati rivelati da questi messaggeri. Ad esempio, quando un telescopio riceve un allerta di onda gravitazionale è fondamentale che possa puntare rapidamente la sorgente per cercare un'emissione luminosa associata (la cosiddetta controparte elettromagnetica). La schedulazione dinamica permette di interrompere le osservazioni in corso e ri-orientare il telescopio in tempi brevissimi. La schedulazione dinamica delle osservazioni risulta inoltre di essenziale rilevanza per l'ottimizzazione del tempo scientifico impiegato dai telescopi. Tale scopo viene raggiunto tramite la progettazione e l'implementazione di algoritmi, basati su tecniche matematiche e informatiche all'avanguardia, che prendono in considerazione i vari fattori che influenzano la qualità dei processi osservativi, quali ad esempio le condizioni climatiche e atmosferiche, la disponibilità di strumenti e configurazioni ottimali per il tipo di osservazione richiesta, elevazione e visibilità della sorgente, etc.. Tutte queste informazioni rappresentano l'input da fornire agli automatismi di scheduling dinamico che, su questa base, hanno lo scopo di produrre in output una pianificazione delle osservazioni efficace, completa e che tenga conto di tutti i fattori prevedibili a lungo e a corto termine. La creazione di una schedulazione automatica porta alla massimizzazione della produttività scientifica, riducendo al minimo i tempi di inattività dello strumento. Oltre a ciò, la schedulazione è tenuta a reagire repentinamente ai cambiamenti che possono modificare le condizioni in cui il telescopio opera (come la rivelazione di onde gravitazionali, un oggetto transiente o un semplice guasto). In tal caso la pianificazione viene rimodulata nel suo complesso, in modo tale da garantire una coerenza complessiva e un'efficienza massima. L'implementazione degli algoritmi prevede un notevole sforzo computazionale e si avvale dell'ausilio di strumenti di intelligenza artificiale per il calcolo delle pianificazioni a corto e lungo termine, in particolare di algoritmi genetici e reti neurali artificiali. Infatti, il calcolo delle soluzioni ottime, in problemi di schedulazione, può dover essere necessariamente ridotto a problemi di euristica e quindi di approssimazione della soluzione migliore. All'interno di INAF - OA Cagliari sono presenti figure che hanno competenze per sviluppare, eventualmente anche in collaborazione con ditte interessate, il software di scheduling dinamico per SRT. Per rafforzare questo tipo di attività si richiede anche personale con competenze tecnologiche e tecniche dedicato sia allo sviluppo software che all'operatività di SRT.

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

SRT - Remotizzazione

➤ 11D1.20c: Acronimo Attività

T.6.2

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

Osservatorio di Cagliari

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

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

12

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

La dinamicità delle schedulazioni di SRT, si accompagna facilmente alla remotizzazione delle osservazioni, e il sistema è tanto più dinamico quanto più è possibile abbattere i tempi contingenti, come il tempo richiesto dallo spostamento fisico dell'astronomo che va in sito ad effettuare l'osservazione. La remotizzazione dei telescopi gioca quindi un ruolo sinergico fondamentale nell'ottimizzazione della schedulazione dinamica per l'astronomia multi-messaggera, portando con sé anche una significativa transizione verso pratiche più sostenibili ("transizione verde"). Infatti, un telescopio controllato da remoto può essere ripuntato e configurato rapidamente in risposta a un allarme multi-messaggero senza la necessità di frequenti viaggi del personale astronomo, limitando al personale già in loco la supervisione delle attività e delle operazioni al telescopio. Questo genera diversi effetti. Riduzione delle emissioni di carbonio: meno viaggi verso i siti osservativi significano una diminuzione significativa dell'impronta ecologica legata agli spostamenti di persone e attrezzature. Ottimizzazione dell'uso delle risorse: la schedulazione dinamica permette di utilizzare al meglio le finestre osservative disponibili, evitando sprechi di tempo e risorse dovuti a condizioni atmosferiche sfavorevoli o a osservazioni meno prioritarie. Minore impatto ambientale sui siti osservativi: la presenza ridotta di personale in loco diminuisce l'impatto sulle delicate aree naturali spesso scelte per ospitare i telescopi, preservando la biodiversità e riducendo l'inquinamento luminoso. In sintesi, la schedulazione dinamica, potenziata dalla remotizzazione dei telescopi, non solo è uno strumento essenziale per sfruttare appieno il potenziale rivoluzionario dell'astronomia multi-messaggera e rispondere rapidamente agli eventi cosmici più energetici e dinamici ma, in sinergia con le altre attività scientifiche dei telescopi che comprendono anche Sorveglianza Spaziale (WP4) e Space Weather (WP5), contribuisce anche a una pratica astronomica più sostenibile e rispettosa dell'ambiente, segnando un'importante transizione verde. L'implementazione della remotizzazione del Sardinia Radio Telescope richiederà l'analisi dei rischi connessi con la movimentazione del telescopio da parte degli utenti in modalità remota negli scenari con o senza operatore in control room. Verranno definite le specifiche dell'hardware necessario: circuiti di interlock di sicurezza, video camere di monitoraggio, segnali acustici e luminosi. Un'altra attività richiesta è l'implementazione nel sistema di controllo del telescopio delle procedure di gestione delle osservazioni da remoto, mostrando agli utenti i parametri necessari alla verifica del corretto andamento delle osservazioni oltre che le informazioni di sicurezza del telescopio. Questo implica la gestione dell'identificazione degli utenti, con l'adozione di tecniche di cyber sicurezza al fine di proteggere l'infrastruttura da minacce informatiche esterne." L'implementazione della remotizzazione del Sardinia Radio Telescope richiederà l'analisi dei rischi connessi con la movimentazione del telescopio da parte degli utenti in modalità remota negli scenari con o senza operatore in control room. Verranno definite le specifiche dell'hardware necessario: circuiti di interlock di sicurezza, video camere di monitoraggio, segnali acustici e luminosi. Inoltre occorrerà implementare nel sistema di controllo del telescopio delle procedure di gestione delle osservazioni da remoto, mostrando agli utenti i parametri necessari alla verifica del corretto andamento delle osservazioni oltre che le informazioni di sicurezza del telescopio. Questo richiederà la gestione dell'identificazione degli utenti, con l'adozione di tecniche di cyber sicurezza al fine di proteggere l'infrastruttura da minacce informatiche esterne.

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**

Backends SRT - Acquisizione ed analisi dati real-time

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.6.3

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

Osservatorio di Cagliari

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

12

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

18

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

n questo progetto di potenziamento si intendono acquisire 8 nuovi Backend SKARAB per SRT. Poiché ciascuna delle schede SKARAB dovrà, per il worst case, gestire 4 segnali in simultanea (per un totale di 38, forniti dal ricevitore 19-feed Q-band), le risorse di calcolo sull'FPGA Xilinx Virtex 7 vanno distribuite di conseguenza. Inoltre, la banda massima gestibile dalla SKARAB per ciascun ingresso è di 1.4 GHz, mentre quella fornita da SRT è di 2 GHz (1.9 GHz reali). Un aumento del numero di SKARAB, tale per cui ciascuna scheda possa essere associata ad un unico feed doppia polarizzazione anziché due, introdurrebbe un notevole potenziamento scientifico di seguito descritto: - Copertura di tutti i 2 GHz per tutt'e' i 19 feed della banda Q: L' ADC mezzanine board della scheda SKARAB accetta in ingresso segnali a radiofrequenza con una frequenza massima di 3.2 GHz, quindi con un opportuno sistema di pre-conditioning la copertura dell'intera banda è tecnicamente realizzabile in maniera relativamente semplice. - Disponibilità di due sottobande simultanee: Una delle principali applicazioni per cui si è investito sulla tecnologia SKARAB è la possibilità di implementare la cosiddetta modalità zoom, ossia quella che consente di stringere la banda attorno ad una riga astronomica di interesse utilizzando un elevato numero di canali (fino a 65536) per risolvere meglio le varie features della riga stessa. Attualmente è previsto che si possa fare zoom su un'unica sottobanda; aumentando il numero di SKARAB anche il numero di sottobande aumenterebbe, permettendo quindi di osservare, in contemporanea, due righe spettrali distanziate tra loro (purché all'interno dei 2 GHz di ingresso) a parità di risoluzione spettrale. Tra gli altri, questo consentirebbe di dimezzare il tempo antenna necessario qualora si volessero fare studi su più righe (come spesso accade). - Spettrometri ad elevatissime prestazioni, larga banda ed elevata risoluzione frequenziale per astronomia multi messaggera: Un'altra importante feature che si può sfruttare nelle SKARAB sono le memorie HMC (Hybrid Memory Cube). Ciascuna SKARAB ha 8 GB di memoria HMC esterna all'FPGA, utilizzare questa memoria per implementare l'integrazione/accumulazione degli spettri significa risparmiare la memoria dell'FPGA (chiamata BRAM, Block Random Access Memory) per aumentare la pulizia spettrale, ossia implementare filtri polifase che forniscono un migliore isolamento fra canali spettrali adiacenti. Inoltre, è possibile realizzare spettrometri a larga banda ed elevatissimo numero di canali (dell'ordine del milione) usando le memorie HMC per implementare una trasposizione di matrici (anche chiamata Corner Turner) e consentire di realizzare spettrometri a due stadi 1k x 1k canali. Contestualmente alla fornitura di 8 nuove SKARAB, quindi, si accosterebbe l'implementazione di questi due nuovi blocchi logici (VACC HMC e Corner Turner) da integrare negli attuali firmware FPGA. Una tale configurazione, in congiunzione con gli improvement descritti nei due punti precedenti, sarebbe ideale per massimizzare il potenziale ritorno in ambito di astronomia multi-messaggera. Il backend SKARAB così potenziato sfrutterebbe infatti il 100% della capacità di SRT anche col succitato 19-feed Q-band, fornendo delle modalità osservative che possono coprire qualunque caso scientifico con il massimo della risoluzione temporale/frequenziale su tutti i feed e su tutta la banda, per un totale complessivo di 76 GHz istantanei (quasi 23 GHz in più rispetto ai 53.2 GHz (ossia 38 x 1.4 GHz) disponibili con il backend SKARAB attuale.

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**

High Performance Computing SRT - Acquisizione ed analisi dati real-time

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.6.4

➤ 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)

18

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

L'upgrade dei backend e il completamento dei ricevitori previsto dal presente progetto, insieme al potenziamento recentemente completato con il PON, pongono l'accento su una criticità aperta, ovvero la necessità di avere sempre disponibile sistemi ad alte prestazioni con spazio disco sufficiente a garantire l'operatività del telescopio. Il data rate atteso richiede prestazioni in scrittura che possono raggiungere e superare i 500 MB/s. I dischi SSD (NVMe e SATA) in grado di supportare questi data rate (o anche superiori) disponibili sul mercato hanno dimensioni che al momento non superano i 4TB/8TB, contro gli oltre 30 TB raggiunti dai dischi meccanici rotativi HDD. La strategia adottata finora è stata la predisposizione di un buffer-storage SSD SATA con uno spazio condiviso da 36 TB tra i sistemi backend, il manager delle osservazioni e in prospettiva, il software di data processing. Il software di quick-look gira sul manager e consente agli osservatori di visualizzare l'andamento delle osservazioni, mentre per il data processing più spinto si deve attendere la copia sincrona o asincrona dei dati su un secondo buffer più grande basato su tecnologie HDD e filesystem di rete (100 Gbps) ad alte prestazioni. Tale implementazione è un limite per i ricevitori multifeed di SRT (16 per il banda W e 19 per il banda Q) perché il rate di riempimento del buffer-storage può superare i 40 TB giornalieri. Se da un lato disporre di un buffer-storage SSD e/o NVMe appare necessario per la maggior parte delle osservazioni, d'altro canto non consentirebbe osservazioni continuative per il rapido esaurimento dello spazio disco. Anche un incremento dello spazio sullo stesso buffer-storage ritarderebbe il problema di pochi giorni e sarebbe altamente impattante in termini di costo/TB e occupazione di spazio rack. Inoltre l'implementazione del dynamic scheduling del telescopio (WP6-Task1) impone l'azzeramento dei tempi per la copia dei dati verso gli storage HDD-based e per lo svuotamento dello buffer-storage. Si ritiene dunque necessario un cambio di strategia con l'acquisizione di più buffer-storage SSD/NVMe e la loro sostituzione dinamica una volta riempiti, con meccanismo di rotazione/sovrascrittura ciclica. Le operazioni di accesso in lettura per il quicklook e preprocessing insisterebbero sugli stessi buffer-storage contestualmente alle osservazioni, con una scrittura dei dati temporanei in aree scratch distinte e appositamente predisposte. Il buffer-storage pieno verrebbe rimosso dalla condivisione tra backend e manager e sostituito con un buffer-storage identico vuoto. Contestualmente su quello pieno verrebbero avviate le operazioni di estrazione del dato osservativo sia verso il data storage destinato al post processing che su quello che funge da archivio locale. Una volta completate le due copie di sicurezza il buffer-storage sarebbe cancellato e reso nuovamente disponibile per il real time. Con questo sistema di sostituzione dei buffer-storage si intende azzerare il potenziale impatto del tempo di estrazione dei dati sulle osservazioni, e al contempo garantire copie di sicurezza regolari verso data storage già nella nostra disponibilità, realizzati in tecnologia HDD che garantiscono maggiore disponibilità di spazio e stabilità "long term". Considerato che il numero massimo di operazioni sui dischi SSD è un valore finito intrinseco e indipendente dall'usura meccanica, non si ritiene utile un investimento economicamente oneroso per la realizzazione di buffer-storage troppo grandi, a vantaggio di buffer-storage relativamente piccoli (anche rispetto al form factor del server), ma più numerosi. Si intende acquisire non meno di quattro buffer-storage, con i seguenti requisiti minimi: 40 TB di spazio disco SSD (o superiore), due interfacce di rete Ethernet 100 Gbps dedicate rispettivamente al data sharing e al data processing e almeno 256 GB di RAM. Il fattore di forma complessivo dei server dovrebbe essere tale da minimizzare lo spazio occupato a rack. Non escludiamo l'acquisto di server ad altissima integrazione, purché l'elemento caratterizzante rimanga la rotazione ciclica fra i buffer-storage e la separazione su interfacce distinte tra il traffico dati delle osservazioni "real time" e quello relativo al data processing e alla copia verso lo storage HDD. Il Sardinia Radio Telescope è anche oggetto di un progetto GARR di implementazione di una rete lambda dedicata a 100 Gbps che lo collegherebbe direttamente agli altri Radiotelescopi di Medicina e Noto attraverso il polo di

calcolo di Bologna e al sito OAC di Selargius. Il collegamento dedicato consentirà di sfruttare al meglio la condivisione delle risorse di calcolo geograficamente distribuite, consentendo in prospettiva di operare il data processing su dati remoti. Un altro aspetto importante è la riduzione dei consumi elettrici richiesti per mantenere i dati online sui data storage long term. A questo scopo si prevede di acquisire una tape library semiautomatica, con cui trasferire progressivamente i dati su nastro dopo un periodo fissato. Questo riduce il problema della crescita indefinita dello storage online necessario a mantenere lo storico, anche in termini di spazio nel datacenter (che nel sito SRT è una camera schermata), senza trascurare che la safety data imporrebbe la sua conservazione in posti geograficamente distinti. Riguardo al data processing verrà implementata una progressiva migrazione del software verso la virtualizzazione e la containerizzazione al fine di ottimizzare le attività computazionali, sfruttando pienamente le risorse hardware di pochi nodi ad utilizzo flessibile. Seguendo la stessa filosofia per garantire la continuità dell'operatività del sito, si procederà con l'implementazione di nuovi sistemi di ridondanza e di alta affidabilità basati sullo startup automatico di macchine virtuali e container piuttosto che sulla ridondanza fisica dei server. Con tali requisiti si intende contribuire non solo alla massimizzazione di utilizzo del telescopio, ma anche ad uno sfruttamento organico e più green delle risorse computazionali.

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**

Strategie osservative per follow-up di onde gravitazionali e sorgenti transienti con SRT

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.6.5

- **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)**

24

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

Lo sviluppo di strategie osservative per l'astronomia multi-messaggera e in generale per le sorgenti "transienti" effettuate con SRT, richiede un approccio sinergico e multidisciplinare, che coinvolga il coordinamento di SRT con infrastrutture di ricerca globali, l'innovazione tecnologica e la creazione di strumenti di analisi dati avanzati. Questa è una frontiera entusiasmante che promette di rivoluzionare la nostra comprensione dell'Universo e dei suoi fenomeni più estremi. La pronta risposta per un follow up elettromagnetico di una rivelazione di onda gravitazionale o di una sorgente "transiente" richiede infatti di organizzare campagne osservative coordinate tra diversi strumenti, definendo in anticipo le strategie osservative (puntamento, mapping etc..) e un'analisi dei dati in tempo reale che permetta l'identificazione di segnali deboli e complesse da identificare. Viste le differenze di tecniche osservative proprie di ciascuna infrastruttura, anche i dati hanno formati eterogenei e differiscono in dimensioni e rate di acquisizione. Pertanto, per realizzare tali sinergie tra diversi strumenti sono necessari algoritmi di riduzione dati che tramite tecniche di machine learning permettano l'analisi in maniera non supervisionata. Inoltre, questo task consentirà di identificare soluzioni hardware e software ai fini di effettuare una rivelazione in tempo reale di dati anomali in una serie temporale di dati (scalari o immagini), tramite utilizzo di algoritmi avanzati e tecniche di machine learning e loro implementazioni su sistemi di calcolo accelerati. La collaborazione tra INAF e aziende qualificate che hanno espresso interesse in questo ambito favorirà lo sviluppo di soluzioni

innovative e tecnologicamente avanzate. Il lavoro congiunto tra le aziende ed INAF favorirà inoltre lo scambio di conoscenze tra il personale delle due realtà, creando un ambiente di crescita e sviluppo.

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**

Strategie osservative per eventi multimessaggeri con il telescopio MezzoCielo

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.6.6

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

24

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

La task ha l'obiettivo di sviluppare e validare strategie osservative ottimizzate per la rilevazione e caratterizzazione delle controparti elettromagnetiche di eventi multimessaggeri, con particolare riferimento ai segnali gravitazionali che saranno rivelati dalla futura infrastruttura Einstein Telescope, attualmente in fase di progettazione. In linea con gli obiettivi di ASTRASud, l'approccio si articola in due fasi: una fase iniziale basata sull'impiego di un prototipo del telescopio MezzoCielo equipaggiato con un singolo canale dotato di camera CMOS, e una fase successiva che porterà alla configurazione finale del sistema, composta da circa 900 camere distribuite sul piano focale curvo. MezzoCielo, progettato per osservare in modo continuo l'intero cielo sopra i 30 gradi di elevazione, costituisce una piattaforma ideale per testare strategie di risposta rapida e osservazioni sistematiche di fenomeni transitori. La sua installazione presso il sito di Sossano, uno dei candidati a ospitare l'Einstein Telescope, rafforza le sinergie tra le osservazioni ottiche e la futura rivelazione di onde gravitazionali. L'attività prevede l'analisi approfondita dei principali casi scientifici associati a eventi multi-messaggeri – come fusioni binarie di stelle di neutroni o sistemi Stella di Neutroni - Buco Nero (NS–BH), controparti ottiche di burst gamma e radio veloci, e segnali da neutrini ad alta energia – al fine di definire strategie osservative efficaci e tempestive per il loro seguito dettagliato. Verranno sviluppate metodologie per l'integrazione delle informazioni provenienti da alert esterni, sia da osservatori spaziali che da esperimenti a terra, e saranno realizzate simulazioni osservative e algoritmi per ottimizzare la pianificazione e la copertura celeste, tenendo conto delle caratteristiche specifiche del prototipo e della configurazione completa. Un aspetto fondamentale sarà la valutazione della risposta del sistema rispetto alle diverse classi di eventi transienti, con alerts che potranno originare da osservazioni in vari domini dello spettro (radio, gamma, ottico) o da segnali non fotonici (gravitazionali, neutrini). Le strategie osservative saranno affiancate dalla definizione di un'architettura dati capace di operare in tempo quasi reale e di selezionare in modo automatico o semi-automatico i dati più rilevanti da conservare, contribuendo anche alla definizione dei requisiti di performance scientifica del dimostratore stesso.

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**

Mezzocielo - Hardware dedicato analisi oggetti transienti

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.6.7

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

7

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

6

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

Una delle sfide tecnologiche più rilevanti del progetto MezzoCielo è rappresentata dalla gestione del flusso dati estremamente elevato generato dal telescopio. Nella configurazione finale, il sistema produrrà centinaia di Terabyte per notte, rendendo tecnicamente impossibile la conservazione integrale dei dati grezzi su lunghe durate. Questo impone l'adozione di una strategia che preveda l'elaborazione automatica dei dati in tempo quasi reale o al più entro la giornata successiva, per identificare fenomeni transienti astrofisici di interesse e selezionare i soli dati scientificamente rilevanti da archiviare. Questa task è finalizzata alla progettazione e acquisizione di un'infrastruttura di archiviazione dedicata allo studio dei fenomeni transienti, separata dalla catena di pre-elaborazione dei dati grezzi. Il sistema sarà ottimizzato per: (I) ricevere e archiviare i dati calibrati provenienti dal server di preriduzione; (II) consentire l'analisi di grandi volumi di dati notturni per la ricerca di fenomeni transienti; (III) gestire un sistema di accesso e consultazione rapida dei dati filtrati; (IV) supportare l'identificazione e la selezione degli eventi di interesse scientifico da sottoporre ad archiviazione permanente. Il sistema sarà dimensionato principalmente in termini di capacità di archiviazione e efficienza di Input/Output. È previsto l'acquisto, in questa fase, di un primo server con capacità di circa 500 TB, sufficiente a supportare l'attività del prototipo a singola camera e una prima espansione verso le 100 camere. La configurazione sarà predisposta per essere scalabile, da un lato attraverso l'aggiunta modulare di server equivalenti (in vista della futura espansione al sistema completo con circa 900 camere) e dall'altro lato con l'aggiunta di una potenza di calcolo crescente (inclusa ad esempio anche GPU) in modo da poter fronteggiare applicazioni basate sull'analisi real-time di eventi transienti anche veloci.

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**

Mezzocielo - Specifiche Hardware dedicato analisi oggetti transienti

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

T.6.8

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

Osservatorio Astronomico di Padova

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

1

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

6

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

L'attività ha l'obiettivo di definire in modo dettagliato le specifiche hardware necessarie a supportare l'analisi scientifica di eventi transienti ottici, in particolare quelli legati all'astronomia multimessaggera, come controparti elettromagnetiche di onde gravitazionali, burst gamma, fast radio burst e neutrini ad alta energia. Il sistema MezzoCielo, grazie alla sua capacità di monitorare continuamente vaste porzioni del cielo, è concepito per fornire un contributo unico alla rilevazione rapida di questi fenomeni. Tuttavia, tale capacità si accompagna alla generazione di volumi di dati estremamente elevati: nella configurazione finale, composta da circa 900 canali ottici, si prevedono produzioni dell'ordine di centinaia di Terabyte per notte. A partire dai requisiti scientifici legati ai diversi casi d'uso (tempi scala, copertura temporale, frequenza degli eventi, profondità e accuratezza fotometrica), la task si propone di derivare le specifiche tecniche dell'infrastruttura hardware destinata all'archiviazione e all'analisi dei dati al volo o in tempi successivi. L'architettura dovrà supportare in modo affidabile il trasferimento, la conservazione temporanea, la scansione e l'accesso rapido ai dati pre-elaborati (immagini calibrate), con l'obiettivo di identificare e conservare in tempi brevi le sole informazioni legate a fenomeni astrofisici di interesse. Verranno valutati parametri come la capacità di archiviazione, il throughput in lettura/scrittura, la possibilità di espansione modulare e la compatibilità con le pipeline automatiche di analisi dei transienti. In questa fase progettuale, si prevede la definizione di una prima configurazione basata su un server da 500 TB, pensato per supportare l'analisi scientifica nella fase di prototipo (1–100 camere), ma con caratteristiche che garantiscano la scalabilità verso la configurazione finale. Il sistema sarà pensato per operare in stretta sinergia con la strategia osservativa e con i requisiti di risposta rapida che caratterizzano l'astronomia multi-messaggera.

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**

0.00

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

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

➤ **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**

WP01 - 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**

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**

WP01 - Attività 3

- **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**
- **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**

WP01 - Attività 4

➤ **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**

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**

WP01 - Attività 5

- **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**

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**

WP01 - Attività 6

➤ **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**

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**

WP01 - Attività 7

- **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**
- 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**

WP01 - Attività 8

➤ **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**

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**

WP01 - Attività 9

- **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**
- 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**

WP01 - Attività 10

➤ **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**

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**

WP01 - Attività 11

- **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**

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**

WP01 - Attività 12

➤ **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**

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**

WP01 - Attività 13

- **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**
- **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**

WP01 - Attività 14

➤ **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**

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**

WP01 - Attività 15

- **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**

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**

WP01 - Attività 16

➤ **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**

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**

WP01 - Attività 17

- **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**
- **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**

WP01 - Attività 18

➤ **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**

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**

20000.00

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

L'organizzazione di questo evento pubblico "intermedio" rientra nella strategia di comunicazione e disseminazione del progetto. A più di un anno dall'inizio delle attività, verranno presentati i risultati raggiunti fino a quel momento. L'obiettivo è quello di creare un momento di condivisione con gli stakeholders coinvolti nel progetto e di promuovere all'esterno del gruppo di lavoro ASTRASud il lavoro portato avanti.

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

Confronti di preventivi di eventi di tipologia simile, organizzati in precedenza all'interno dell'INAF.

WP01 - Attività 19

- **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

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

30000.00

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

L'organizzazione di un evento pubblico finale di disseminazione rientra nella strategia di disseminazione del progetto. A conclusione delle attività verranno invitate tutte le tipologie di stakeholders coinvolti nell'arco di attività del progetto con l'obiettivo di informare su tutto il lavoro svolto e i risultati ottenuti all'interno del progetto, con una particolare attenzione al trasferimento tecnico e tecnologico tra mondo della ricerca e mondo delle imprese.

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

Confronti di preventivi di eventi di tipologia simile, organizzati in precedenza all'interno dell'INAF.

WP01 - Attività 20

➤ **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**

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**

20000.00

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

Realizzazione di video promozionali del progetto, che abbiano anche una valenza didattica e propedeutica alla comprensione del contesto di progetto, ma in particolare delle attività e dei risultati raggiunti.

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

Indagine di mercato svolta online

WP01 - Attività 21

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

361000.00

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

L'attività di project management e project coordination è un'attività di tipo ombrello, strettamente legata tutte le altre attività del WP1, il cui scopo è garantire uno svolgimento efficace ed efficiente del progetto nel suo complesso. Per svolgere queste attività di coordinamento, gestione e monitoraggio occorrono due figure che se ne occupino in maniera prevalente lungo tutto l'arco di vita del progetto: il project manager e il project coordinator.

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

Costi di un'unità di personale di I livello (Tecnologo) e di VI livello (CTER) per due anni come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF afferisce

➤ **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**

WP01 - Attività 22

➤ **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**

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**

38500.00

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

Produzione di materiali di comunicazione e divulgazione, comprendente la creazione di almeno un volantino, una brochure e un roll-up e l'acquisto di un telescopio solare didattico e di un sensore digitale.

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

Confronto di preventivi per materiali divulgati di interesse e di attività simili, acquisiti con gare d'appalto svolte in precedenza.

WP02 - Attività 1

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

53720.74

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

TD III livello tecnologo per supporto alla progettazione del ricevitore per SRT in banda X. Si vuole realizzare un nuovo ricevitore per SRT per colmare un gap in frequenza attualmente presente nella flotta dei ricevitori installati su SRT. A tal fine si richiede di acquisire una unità di personale per un anno per supportare le attività di progettazione e laboratorio

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

Costi di un'unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) per un anno come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF afferisce

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

20000.00

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

Progettazione e prototipi per ricevitore in banda X per SRT. Costi delle componenti e di materiali per i test di laboratorio durante la fase di progettazione del ricevitore banda X.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

1400.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 2

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

53720.74

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

TD III livello tecnologo per supporto al montaggio e alla caratterizzazione del ricevitore per SRT in banda X. Si vuole realizzare un nuovo ricevitore per SRT per colmare un gap in frequenza attualmente presente nella flotta dei ricevitori installati su SRT. A tal fine si richiede di acquisire una unità di personale per un anno per supportare le montaggio e caratterizzazione del ricevitore.

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

Costi di un'unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) per un anno come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF afferisce

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

430000.00

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

Acquisto delle componenti e realizzazione delle parti necessarie alla costruzione del ricevitore in banda X. Costo per l'acquisto e la realizzazione delle parti del ricevitore, componenti elettromagnetici passive, parti meccaniche, schede elettroniche, LNA, sensoristica.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

30100.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 3

➤ **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**

900000.00

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

Potenziamento ricevitore Caruso di SRT. Per migliorare le capacità scientifiche di SRT si vuole realizzare un potenziamento del ricevitore CARUSO acquisito nel progetto PON SRT_Highfreq, con l'obiettivo di migliorare la sensibilità del ricevitore.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

63000.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 4

➤ **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**

800000.00

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

Potenziamento ricevitore Mistral di SRT. Per migliorare le capacità scientifiche di SRT si vuole realizzare un potenziamento del ricevitore MISTRAL acquisito nel progetto PON SRT_Highfreq, con l'obiettivo di aumentare le modalità osservative del ricevitore implementando anche la polarizzazione.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

56000.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 5

➤ **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**

1100000.00

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

Miglioramento della mecatronica di SRT. Per un miglioramento generale delle prestazioni di SRT si vuole ammodernare la mecatronica del radiotelescopio.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

77000.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 6

➤ **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**

1000000.00

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

Miglioramento del sistema di controllo di SRT. Per un miglioramento generale delle prestazioni di SRT si vuole ammodernare il sistema di controllo del radiotelescopio.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

70000.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 7

- **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**

110000.00

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

Spese di R&D e realizzazione dei prototipi dei link ottici RFoF larga banda. La realizzazione del sistema IFD per il radiotelescopio di Noto prevede una fase di ricerca e sviluppo per i link ottici. Queste attività saranno svolte internamente ma si prevede l'acquisto di componenti e materiali di laboratorio (70K€). Si prevede anche la realizzazione di un prototipo sia per il link ottico (40K€)

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

I costi sono formulati sulla base di indagini di mercato e stime fatte con fornitori specializzati e sulla base dell'esperienza dello staff dell'unità operativa che ha già sviluppato e progettato sistemi di optoelettronica.

- **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**

7700.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 8

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

98000.00

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

Personale a supporto della progettazione del sistema IFD. Si prevede l'assunzione per due tecnici che diano supporto allo staff nelle attività di laboratorio per la progettazione e realizzazione del sistema IFD.

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

Costi di due unità di personale di VI livello (CTER) per un anni come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF afferisce

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

680000.00

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

Spese per la prototipizzazione e realizzazione del sistema IFD di Noto. La realizzazione del sistema IFD per il radiotelescopio di Noto prevede la progettazione e la realizzazione di un prototipo delle schede elettroniche che ne sono parte. Il prototipo delle schede elettroniche del sistema IFD ha un costo di 30K€. Infine la produzione, in scala, del sistema completo, ovvero 350K€ per i link ottici e 300K€ per il sistema IFD.

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

I costi sono formulati sulla base di indagini di mercato e stime fatte con fornitori specializzati e sulla base dell'esperienza dello staff dell'unità operativa che ha già sviluppato e progettato sistemi di elettronica in qualche modo assimilabili.

➤ **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**

47600.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 9

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

98000.00

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

Personale a supporto alla realizzazione del sistema di tracking di Noto. Si prevede l'assunzione per due anni di un tecnico che dia supporto allo staff nelle attività di progettazione e test del banco di prova dove poter testare i parametri per la definizione dei requisiti del srvo principale dell'antenna di Noto.

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

Costi di un'unità di personale di VI livello (CTER) per due anni come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF afferisce

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

420000.00

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

Spese di progetto, realizzazione, installazione e messa in servizio del sistema di movimentazione del radiotelescopio di Noto. Per la realizzazione del sistema di movimentazione dell'antenna di Noto si prevedono costi di progetto, ovvero il disegno dei quadri elettrici e di implementazione del software e del firmware, costi dei materiali, ovvero motori, encoder, switch di posizione, cavi e azionamenti, costi di installazione ed infine costi di commissioning e messa in servizio.

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

I costi sono formulati in base all'esperienza dello staff dell'Unità Operativa e dal confronto con gli operatori economici che operano nel settore della mecatronica dell'automazione

➤ **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**
29400.00
- **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**
Overhead
- **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**
Overhead
- **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**

➤ **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**

350000.00

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

Rifacimento di parte specchio della superficie riflettente del ramo Est-Ovest della Croce del Nord, comprese attività di aggiornamento elettriche e meccaniche. Si prevede il lavoro di rifacimento di parte della superficie riflettente del ramo Est-Ovest, composta da fili di acciaio lunghi 600 metri e tenuti in tensione grazie ad un sofisticato sistema di pesi e contrappesi. Altre a questa attività, si andranno a sviluppare modifiche meccaniche e l'acquisto di schede elettroniche a supporto di questo task.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

24500.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 11

➤ **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**

1980000.00

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

Acquisto delle componenti per la stazione LOFAR 2.0

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

Si prevede l'acquisto delle antenne, dei connettori e dello shelter (1120000€), delle schede AHBAFE di nuova generazione (240000€) e dell'hardware di stazione da mettere nel cabinet (620000€)

➤ **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**

138600.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 12

➤ **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**

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**

200000.00

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

Interventi di adeguamento su infrastruttura. Interventi di adeguamento sull'impianto elettrico e sulla distribuzione della rete dati.

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

"Basato su preventivi specifici"

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

20000.00

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

Progetti e Direzione lavori interventi di adeguamento infrastruttura. Progetti, Direzione lavori e coordinamento sicurezza degli interventi di adeguamento dell'infrastruttura di Noto

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

Basato su prezziari stabili dalla legge sull'equo compenso

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

15400.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP03 - Attività 1

➤ **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**

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**

11000.00

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

Predisposizione piattaforma e impianti per l'installazione del telescopio TANDEM. Adattamento di una piattaforma già esistente per l'installazione del telescopio. Adeguamento strutturale e impiantistico.

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

Basato su indagine presso fornitori.

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

1100.00

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

Progetto per predisposizione piattaforma e impianti per l'installazione del telescopio TANDEM. Incarico a progettista per la realizzazione della piattaforma

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

Basato su prezzario regionale per questo tipo di attività

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

847.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP03 - Attività 2

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

107441.48

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

Supervisione e verifica scientifica del corretto funzionamento dell'infrastruttura. Una unità di personale tecnologo o ricercatore per il supporto all'installazione, pianificazione, validazione e verifica scientifica durante il commissioning del telescopio TANDEM. Il ricercatore in questo ruolo avrà la responsabilità critica di assicurare il corretto funzionamento, la calibrazione e la validazione delle prestazioni scientifiche del telescopio TANDEM durante le fasi di installazione e commissioning. La sua attività sarà mirata a verificare che il sistema sia pienamente operativo e in grado di raggiungere gli obiettivi scientifici prefissati per la sorveglianza e il tracking dei detriti spaziali. In particolare nella fase dell'installazione e setup iniziale dovrà fornire supporto scientifico e tecnico al team di ingegneri e installatori durante le fasi di assemblaggio, montaggio e allineamento dei quattro tubi newtoniani, della montatura e della cupola clamshell; assicurare che le specifiche scientifiche (es. allineamento ottico, co-allineamento dei telescopi, ortogonalità) siano rispettate; assistere nell'installazione e configurazione delle camere CMOS Moravian, dei filtri a banda larga (Luminanza, Sloan g, r, i, z) e di tutti i componenti ottici ed elettronici legati all'acquisizione dati, collaborare alla verifica delle connessioni hardware tra telescopi, montatura, sistemi di controllo e PC dedicati alla robotizzazione. Per quando riguarda la fase di commissioning scientifico dovrà definire il piano di test, sviluppando un piano dettagliato per le attività di commissioning scientifico, includendo la sequenza delle osservazioni di test, i target celesti (stelle di calibrazione, campi stellari densi, oggetti solari conosciuti per il tracking) e i parametri di acquisizione. Sarà responsabile della documentazione per le procedure operative standard (SOP) per i test di calibrazione fotometrica, astrometrica e di tracking, nonché per la caratterizzazione delle prestazioni del sistema in diverse modalità operative. Si occuperà della validazione e caratterizzazione scientifica eseguendo una serie di test ottici e fotometrici, test astrometrici e test di tracking e sorveglianza. Dovrà anche valutare le prestazioni del software di controllo (puntamento, acquisizione, diagnostica), l'interfacciabilità con software esterni e la gestione remota del sistema. Infine dovrà eseguire l'analisi dei dati acquisiti durante il commissioning per valutare le prestazioni rispetto ai requisiti di progetto ed eventualmente identificare deviazioni dalle specifiche, malfunzionamenti o anomalie, collaborando con gli ingegneri per la loro risoluzione. Infine redigerà report dettagliati sulle attività di commissioning, sui risultati dei test, sulle prestazioni raggiunte e su eventuali raccomandazioni per miglioramenti o ulteriori calibrazioni. Questo include la produzione di documentazione tecnica e scientifica.

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

Costi di un'unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) come previsti dal contratto di lavoro a cui INAF afferisce.

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

638060.00

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

Acquisto del telescopio TANDEM e accessori , trasporto, installazione e commissioning. Acquisto che costituisce il core dell'attività relativa al telescopio TANDEM. Acquisto del telescopio, della cupola e di tutti gli accessori necessari al funzionamento dell'infrastruttura. L'acquisto dovrà essere accompagnato dall'installazione del telescopio in situ delle attività di commissioning che verificheranno il funzionamento dell'infrastruttura rispetto ai requisiti tecnici e scientifici.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

44664.20

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP03 - Attività 3

➤ **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**

74908.00

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

Sistema di archiviazione a lungo termine dei dati del telescopio TANDEM. Il sistema TANDEM genererà centinaia di Terabyte che dovranno essere archiviati e resi disponibili per analisi scientifici in termini ragionevolmente rapidi.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

5243.56

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP03 - Attività 4

➤ **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**

1070000.00

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

Acquisto telescopio solare con un canale ad alta risoluzione e due canali full disc. Progettazione ottico-meccanica del sistema duale (full disc + alta risoluzione), inclusa analisi di fattibilità, studio termico-strutturale e interfacciamento tra canali e componenti ottiche. Questa attività prevede la realizzazione di un canale osservativo principale ad alta risoluzione per l'imaging dettagliato delle Regioni Attive solari in cromosfera. Il telescopio sarà costituito da un sistema ottico di tipo Gregorian Cassegrain con un diametro utile di apertura di circa 600 mm e una lunghezza focale di circa 7240 mm (f/12). Lo specchio primario verrà realizzato in vetro ceramico ClearCeram Z-HS di alta qualità, garantendo elevata stabilità termica e precisione nella figura ottica. Il sistema verrà progettato per offrire un'eccellente qualità dell'immagine, con un'aberrazione d'onda totale inferiore a 76 nm RMS e una distorsione complessiva inferiore a 0.001%. Il meccanismo di messa a fuoco agirà sull'asse ottico dello specchio secondario (M2), consentendo uno spostamento fine del piano focale di 23 mm per ogni millimetro di traslazione assiale di M2, grazie all'elevato fattore di ingrandimento ottico. La curvatura di campo dovrà essere ben controllata (errore totale < 0.15 mm), così come la distorsione, che è virtualmente trascurabile. Le principali aberrazioni residue saranno mitigabili con eventuali test e regolazioni on-sky. Il sistema sarà progettato per operare in un range di temperatura compreso tra -20 °C e +35 °C, rendendolo adatto a condizioni ambientali variabili. Il sistema sarà ottimizzato per raggiungere una risoluzione di 0.5 arcsec su un campo di vista di circa 15 arcmin, con ottica dedicata, filtro interferenziale a banda strettissima (circa 0.025 nm), camera scientifica ad alta dinamica, e meccanismi di focalizzazione fine e stabilizzazione. Il canale permetterà il monitoraggio continuo di AR complesse con alto potenziale Space Weather. I costi previsti coprono l'acquisto del sistema ottico ad alta risoluzione completo di camera scientifica e filtro interferenziale a banda stretta progettato per osservare con continuità le Regioni Attive nel centro e sulle ali della riga H α (656.28 nm). Al telescopio principale saranno affiancati due canali osservativi dedicati all'acquisizione simultanea dell'intero disco solare nelle righe H α (656.28 nm) e CaII-K (393.37 nm). Questi telescopi ausiliari da 300mm f/7 saranno comprensivi di filtri interferenziali a banda stretta (0.025 - 0.050 nm), camere scientifiche, supporti ottici e accessori meccanici per garantire co-alineamento e stabilità. I canali osservativi saranno ottimizzati per operare in modo continuativo e automatizzato, fornendo dati per lo studio sinottico dell'attività solare. I tre canali osservativi saranno integrati con una montatura altazimutale motorizzata direct-drive, encoder assoluti a 28 bit su entrambi gli assi, e sistema di controllo TCS compatibile con sincronizzazione temporale PTP (Precision Time Protocol) e interfacce Ethernet standard. La precisione di puntamento sarà inferiore a 5 arcsec RMS, mentre la precisione di inseguimento raggiunge 0.25 arcsec RMS a velocità siderale. Le specifiche tecniche richieste (direct-drive, encoder assoluti, integrazione con TCS) rispondono agli standard professionali per osservazioni scientifiche di lungo termine in ambito Space Weather. I costi includono la personalizzazione del sistema, collaudi funzionali e configurazione meccanica, secondo specifiche definite in fase progettuale.

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

Le stime sono basate su un'indagine di mercato condotta su fornitori specializzati in strumentazione solare ad alta risoluzione. I costi riflettono la fornitura di un sistema integrato "in-house", comprendente ottica, filtri narrowband, camere scientifiche, interfacce meccaniche e test di accettazione. La spesa è giustificata anche dall'acquisizione di una montatura ad alte prestazioni, costruita su specifiche ottimizzate per applicazioni solari e progettata per garantire stabilità, precisione e continuità operativa. I costi stimati derivano altresì da offerte e configurazioni equivalenti nel mercato della strumentazione professionale.

➤ 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**

74900.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP03 - Attività 5

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

98000.00

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

Sistema di integrazione del telescopio solare e della cupola. Si prevede l'assunzione per due anni di un tecnico che dia supporto allo staff nelle attività di laboratorio per la progettazione e realizzazione del sistema di controllo, integrazione delle diverse componenti e installazione del nuovo telescopio.

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

Costi di un'unità di personale di VI livello (CTER) per due anni come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF aderisce.

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

160000.00

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

Sistema di controllo del telescopio solare. Questa attività prevede lo sviluppo del software di controllo del nuovo telescopio solare. Il sistema sarà responsabile della gestione automatizzata delle funzioni di puntamento, tracciamento, messa a fuoco, posizionamento dei filtri e sincronizzazione operativa tra i diversi canali. Sarà progettato in modalità modulare e aperta, compatibile con sistemi remoti di gestione e con le esigenze di continuità operativa tipiche delle osservazioni solari sinottiche. L'interfaccia utente sarà accessibile da remoto e comprenderà sistemi di monitoraggio, diagnostica e gestione degli errori. Il TCS sarà basato su un'architettura in tempo reale, sviluppata a partire da tecnologie del settore dell'automazione industriale. Questo garantirà un hardware affidabile e conforme agli standard internazionali, inclusa la Functional Safety (sicurezza funzionale). Il TCS dovrà essere basato su un PC industriale, mentre le prestazioni in tempo reale dovranno essere assicurate dalla tecnologia TwinCAT. L'interfaccia grafica ingegneristica (GUI) sarà indipendente dalla piattaforma. La comunicazione con gli altri sistemi avverrà tramite il protocollo OPCUA, anch'esso indipendente dal sistema operativo. Il TCS sarà inoltre compatibile con il driver ASCOM, che consentirà l'interfacciamento con software planetari. In questo contesto, il driver ASCOM avrà il compito di comandare i movimenti del telescopio (slew e tracking) inviando i comandi OPCUA corretti. Poiché l'architettura del TCS richiede input sotto forma di tabelle PVT, è il driver ASCOM stesso a generarle per garantire l'inseguimento accurato del bersaglio celeste. I dati di telemetria potranno essere marcati temporalmente con alta precisione, grazie alla sincronizzazione assoluta del sistema garantita dall'interfaccia PTP (Precision Time Protocol). Questo sistema assicurerà un'accuratezza temporale inferiore a 1 microsecondo, utilizzando un segnale GPS e basandosi su una struttura client/server conforme allo standard IEEE 1588, che consente la sincronizzazione tra server PTP (orologi master o boundary) e client PTP distribuiti in rete. Le prestazioni in tempo reale del TCS si baseranno sul protocollo EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology). Standardizzato come IEC 61158, EtherCAT è adatto sia ad applicazioni in tempo reale "soft" che "hard", grazie a tempi di ciclo brevi ($\leq 100 \mu s$) e jitter di comunicazione estremamente bassi ($< 100 ns$), requisiti indispensabili per applicazioni in tempo reale rigido. Queste le principali funzionalità che dovrà garantire il TCS: controllo dei movimenti degli assi di azimuth ed elevazione, comunicando con i motori tramite bus EtherCAT; conversione delle traiettorie ricevute in comandi per i driver; gestione dei limiti di moto (velocità, accelerazione, jerk); applicazione di limiti software per definire il range di escursione degli assi; implementazione di un modello di puntamento (senza calcolo diretto dei parametri); funzionalità di sicurezza funzionale (freno d'emergenza attivabile da pulsante, segnali esterni, finecorsa); override dell'arresto d'emergenza per il recupero da condizioni di errore; monitoraggio del sistema: stato, telemetria, allarmi, feedback; controllo dei sottosistemi dell'OTA (unità ottica): foccheggiatore, otturatori, sensori di temperatura, ventole; interfaccia GUI per la lettura della telemetria, il monitoraggio dello stato del sistema, comandi manuali sugli assi, visualizzazione di allarmi e messaggi di avviso, caricamento del modello di puntamento, impostazione dei parametri operativi. Il costo include il tempo uomo necessario allo sviluppo e alla validazione del software di controllo da parte di personale esperto. Il costo include i servizi esterni per il supporto tecnico e l'integrazione del sistema con l'hardware di puntamento e imaging.

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

Le cifre sono basate su costi di mercato per software scientifico personalizzato.

➤ **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**

11200.00

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

Overhead

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

Overhead

- **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**

WP03 - Attività 6

➤ 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

100000.00

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

Predisposizione e installazione del telescopio solare. I costi coprono le attività di rimozione del vecchio telescopio, la preparazione della piattaforma, il trasporto e l'installazione del nuovo sistema, l'integrazione con l'infrastruttura esistente, i test di messa in funzione e la validazione finale.

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

Le spese sono stimate sulla base di attività analoghe effettuate presso altre sedi INAF e sulla base di preventivi indicativi raccolti da operatori del settore.

➤ 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**

7000.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP03 - Attività 7

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

320782.64

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

Staff. Una unità di personale tecnologo III livello professionale per il supporto alla progettazione opto-meccanica, integrazione e test del collettore principale del dimostratore di MezzoCielo e 2 unità di personale per 30 mesi a supporto delle attività di progetto (eventualmente rinnovi di contratti già in essere e in scadenza legati al PNRR).

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

Costi di 3 unità di personale (ricercatore/tecnologo) come previsto dal contratto di lavoro a cui INAF afferisce

➤ **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**

WP03 - Attività 8

➤ **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**

1150000.00

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

Acquisto struttura meccanica e delle ottiche del collettore, piattaforma a culla derotante e del fluido a basso indice di rifrazione e trasparenza. Acquisto tramite bandi di selezione pubblica e/o diretta. Include la struttura termo-meccanica della sfera e la piattaforma a culla rotante in grado di ospitare circa 900 canali ottici correttori, 12 petali di vetro (menischi sferici) di dimensione circa 500 mm, fluido sufficiente per tre riempimenti del collettore sferico.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

80500.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP03 - Attività 9

➤ **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**

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**

WP03 - Attività 10

➤ **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**

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**

WP03 - Attività 11

➤ **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**

300000.00

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

Acquisto del prototipo del canale ottico correttore. Acquisto tramite bando di selezione pubblico. Include il canale ottico correttore e la camera CMOS.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

21000.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP03 - Attività 12

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

107441.48

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

Progettista Software. Una unità di personale tecnologo III livello professionale per il supporto alla progettazione software, integrazione e test del sistema di acquisizione e pre-processing di MezzoCielo

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

Costi di un'unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) come previsti dal contratto di lavoro a cui INAF afferisce

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

214000.00

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

Acquisto sistema di calcolo e del sistema di storage. Acquisizione di server in grado di acquisire e gestire in parallelo i dati provenienti da diverse camere CMOS, delle camere stesse, di schede di acquisizione (frame grabber), switch di rete, cavi e hardware ausiliario. Server RAID6, che utilizza 11 Dischi da 30Tb ciascuno su tecnologia SSD da 2.5". La velocità di scrittura del singolo disco è di 5GB/s, parallelizzabile su più dischi grazie alla soluzione RAID.

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

Le cifre sono basate su costi 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**

14980.00

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

Overhead

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

Overhead

- **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**

WP03 - Attività 13

- **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**

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**

WP03 - Attività 14

➤ **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**

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**

WP04 - Attività 1

- **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**

1000000.00

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

Acquisto sistema di calcolo. Per sbloccare il pieno potenziale scientifico e operativo di TANDEM e trasformare i dati grezzi in informazioni utili per la sicurezza spaziale, è indispensabile l'acquisizione di un sistema di calcolo ad alte prestazioni (HPC) e l'implementazione di soluzioni di Intelligenza Artificiale (AI). Algoritmi di apprendimento automatico, in particolare le reti neurali profonde, sono gli unici in grado di processare efficientemente questi dataset vasti e rumorosi. Essi permetteranno di identificare pattern complessi, classificare automaticamente oggetti, stimare orbite precise, prevedere traiettorie e rilevare anomalie. Questo investimento strategico in hardware computazionale e AI automatizzerà l'intero processo analitico, dall'identificazione alla caratterizzazione dei nuovi detriti e alla previsione di collisioni. Senza tale infrastruttura, l'enorme potenziale di TANDEM rimarrebbe inespresso, limitando gravemente la nostra capacità di contribuire efficacemente alla consapevolezza del dominio spaziale e alla protezione degli asset in orbita. La spesa per il sistema di calcolo è dunque direttamente proporzionale alla capacità di trasformare l'investimento nel telescopio in un sistema SST pienamente funzionale ed efficace.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

70000.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

107441.48

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

Sviluppo della pipeline per TANDEM. Per massimizzare l'efficienza e l'accuratezza delle osservazioni del telescopio TANDEM è essenziale sviluppare una pipeline di riduzione dati all'avanguardia. Questa pipeline andrà oltre le procedure standard, integrando funzionalità e algoritmi altamente specifici per le sfide uniche poste dai detriti spaziali. In particolare, tali algoritmi dovranno gestire il tracking di oggetti ad alta velocità, operare in condizioni di luminosità variabili e distinguere con precisione i detriti dallo sfondo stellare. L'implementazione di una pipeline così complessa e specialistica non è realizzabile con le attuali risorse. Richiede competenze altamente qualificate in programmazione scientifica, elaborazione di immagini astronomiche, astrometria e fotometria di precisione, specificamente applicate al contesto dei detriti. Pertanto, l'investimento in un'unità di personale dedicata è una spesa indispensabile. Questa figura sarà responsabile della progettazione, sviluppo e validazione di questa pipeline critica, convertendo i dati grezzi del telescopio in informazioni significative per la consapevolezza del dominio spaziale. Senza tale risorsa specializzata, il potenziale di TANDEM resterebbe inutilizzato, compromettendo gli obiettivi di sicurezza e monitoraggio spaziale.

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

Costi di un'unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) come previsti dal contratto di lavoro a cui INAF afferisce

➤ **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**

WP04 - Attività 3

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

107441.48

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

Sviluppo algoritmi AI per TANDEM. La crescente minaccia dei detriti spaziali richiede soluzioni avanzate per comprenderne la natura e l'origine, fondamentali per la loro mitigazione e la sicurezza operativa. Il progetto si prefigge di raggiungere questo obiettivo cruciale attraverso lo sviluppo di algoritmi innovativi basati sull'Intelligenza Artificiale (AI) e il Machine Learning (ML). Questa attività è intrinsecamente complessa, poiché richiede la fusione intelligente e l'analisi integrata di due tipologie di dati molto diverse: le precise informazioni di dinamica orbitale (traiettorie, velocità) e le osservazioni fotometriche multibanda (luminosità a diverse lunghezze d'onda, indicatori di proprietà fisiche e materiali). Gestire e sincronizzare questi dataset eterogenei, per poi sviluppare modelli AI capaci di estrarre da essi la natura e l'origine dei detriti, rappresenta una sfida tecnologica e scientifica di alto livello. L'implementazione di tali algoritmi richiede un set di competenze altamente specializzate che esulano dalle capacità standard. È necessaria una figura professionale con profonda esperienza nella programmazione di algoritmi AI/ML, nella data science per grandi volumi di dati, e una solida comprensione delle discipline specifiche dell'astrofisica (fotometria) e dell'ingegneria spaziale (dinamica orbitale). Questa sinergia di competenze è rara e non facilmente reperibile tra le risorse attuali. Per garantire il successo di questo sviluppo algoritmico, trasformando i dati grezzi in conoscenza actionable per la Space Situational Awareness, l'investimento in un'unità di personale dedicata è una spesa indispensabile e strategica. Questa figura specializzata sarà responsabile della progettazione, sviluppo, addestramento e validazione di questi algoritmi AI, rendendo possibile la caratterizzazione dei detriti e, in ultima analisi, il miglioramento della sicurezza dello spazio. Senza questa risorsa umana dedicata, l'ambizioso obiettivo di svelare la natura e l'origine dei detriti non potrà essere pienamente raggiunto

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

Costi di un'unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) come previsti dal contratto di lavoro a cui INAF afferisce

➤ **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**

WP04 - Attività 4

➤ **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**

182000.00

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

Acquisto sistema di calcolo e del sistema di storage per MezzoCielo. Il sistema di calcolo sarà dedicato all'elaborazione locale dei dati acquisiti dal dimostratore MezzoCielo, per il quale si prevede in fase iniziale l'impiego di un singolo canale ottico equipaggiato con una camera CMOS da 9.4k × 6.4k pixel.

Parallelamente, verrà sviluppata l'architettura software e hardware di gestione dati per una configurazione modulare da 100 camere, pensata come passo intermedio verso la configurazione finale da circa 900 camere. Ciascuna camera opererà con cadenza temporale dell'ordine di 1–2 secondi, generando ogni notte milioni di immagini, per un volume complessivo di dati superiore a 30 terabyte. Per rispettare il vincolo operativo di completare l'elaborazione entro 6 ore dalla fine delle osservazioni, è necessario disporre di una piattaforma locale ad alte prestazioni, basata su architettura parallela e unità GPU di classe NVIDIA (es. L40S), capace di eseguire l'inferenza e l'addestramento di modelli di deep learning (YOLO) dedicati al riconoscimento di oggetti in movimento. Il sistema garantirà parallelismo, scalabilità e ridondanza per l'esecuzione della pipeline scientifica in condizioni operative, con supporto a librerie AI, astrometria automatica e gestione di grandi volumi di dati in ambienti multi-threaded e multi-GPU. L'ingestione giornaliera dei dati generati dal dimostratore MezzoCielo, anche nella configurazione intermedia da 100 camere, può superare i 30 terabyte per notte. Tale flusso impone la disponibilità di un sistema di storage locale ad alte prestazioni, in grado di garantire alta velocità di I/O e accesso concorrente ai dati durante le operazioni di pre-processing, astrometria e inferenza automatica. Il sistema sarà progettato con una capacità utile minima di 500 TB, così da conservare almeno 10 notti complete di osservazione e consentire il lavoro su dataset paralleli, inclusi dati simulati e reali per l'addestramento delle reti neurali. Il sottosistema sarà basato su dischi NVMe o SSD enterprise-level, organizzati in configurazione RAID 6 o superiore per assicurare ridondanza, tolleranza ai guasti e prestazioni ottimizzate. Le caratteristiche tecniche minime previste includono: Capacità netta: ≥ 500 TB (espandibile), lettura/scrittura: ≥ 10 GB/s aggregato. Inoltre deve poter permettere la connessione con il sistema di calcolo via rete ad alta velocità (≥ 25 Gb/s). Il sistema sarà predisposto per una futura scalabilità modulare fino al livello richiesto per la gestione completa dei dati nella configurazione finale di MezzoCielo (900 canali ottici).

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

Basato su preventivi precedenti e aggiornamenti da catalogo produttori

➤ **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**
12740.00
- **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**
Overhead
- **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**
Overhead
- **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**

➤ **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**

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**

WP04 - Attività 6

➤ **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**

570000.00

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

Orbit determination e data fusion e data centre di Noto. Il radiotelescopio di Noto verrà utilizzato per la prima volta come ricevitore di un radar bistatico per il monitoraggio dei detriti spaziali. Occorrerà quindi sviluppare tutta la pipeline comprensiva degli algoritmi per la correlazione, determinazione orbitale e generazione dei TDM. Le misure ricavate, verranno poi inserite in un successivo algoritmo, sempre da sviluppare, capace di prendere in input dati osservativi provenienti da altri sensori (radio e ottici) e fondere così le misure per migliorare l'accuratezza dell'orbita dei targets osservati. L'ultimo studio invece riguarderà la creazione di un algoritmo capace di fondere più dati radio, provenienti da diverse antenne riceventi, dello stesso oggetto osservato contemporaneamente ed irradiato da un unico trasmettitore. Il sistema radar multistatico così costituito, permettere di aumentare la conoscenza non solo dell'orbita, ma anche dello stato dell'oggetto ed in particolare il suo assetto. Sistema di calcolo di ultima generazione per processamento dati

acquisiti dal radiotelescopio di Noto, pre-processing digitale, orbit determination, data fusion, TDM generation ed elaborazione dati radar in configurazione multistatica. Sistema di puntamento automatico dell'antenna di Noto.

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

Basato su preventivi specifici e aggiornamenti da cataloghi produttori

➤ **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**

39900.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 7

➤ **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**

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**

WP04 - Attività 8

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

107441.48

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

Sviluppo Pipeline di riduzione dati Mezzocielo. I sistemi di calcolo e storage per MezzoCielo saranno utilizzati per l'esecuzione e validazione della pipeline scientifica dedicata al trattamento dei dati ottici ad alta cadenza, specificamente progettata per il dimostratore MezzoCielo. Tale pipeline integra astrometria, fotometria e algoritmi di deep learning per l'identificazione di tracce di oggetti in movimento e la loro correlazione con cataloghi orbitali. Il disegno, sviluppo e test del software sarà affidato a una unità di ricerca appositamente assunta sui fondi di progetto, con competenze in SST/SSA, machine learning e analisi dati astronomici. L'attività comprenderà anche l'addestramento di reti neurali su dati simulati e reali (ad esempio da telescopi INAF come lo Schmidt di Asiago), l'ottimizzazione del codice per architetture GPU e la produzione di report scientifici e tecnici sull'efficacia del sistema.

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

Costi di un'unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) come previsti dal contratto di lavoro a cui INAF afferisce

➤ **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**

WP05 - Attività 1

➤ **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**

450000.00

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

Upgrade backend SKARAB per rete Solare. Servizi e beni necessari all'implementazione di dispositivi e tecniche per l'osservazione radio solare in modalità agile.

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

6 SKARAB, 2 switch 100G, 3 server, filtri anti-aliasing

➤ **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**

31500.00

- **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**
- **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Overhead

Overhead

- **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**
- **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**
- **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

WP05 - Attività 2

- **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**
- **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

107441.48

Sviluppo, manutenzione, verifica strumentazione e performance: ricercatore/tecnologo TD. Servizi e beni necessari alla scrittura di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio. Sviluppo di sistemi per l'analisi, l'archiviazione e la fruizione delle mappe solari prodotte e delle misure ottenute su di esse.

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

Contratto Post-doc scientifico/tecnologico per sviluppo e manutenzione algoritmi e verifica prodotti solari

➤ **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**

WP05 - Attività 3

➤ **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**

185000.00

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

Sviluppo modalità osservative radio-solari: tecnologia GAIA. Servizi e beni necessari all'implementazione di dispositivi e tecniche per l'osservazione radio solare in modalità agile .

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

Sviluppo Board con nuovo processore. Sviluppo scheda aggiuntiva per aumento range di tensione di bias (PSG in tensione). Sviluppo scheda per PSG in corrente. Realizzazione di schede. Acquisto: SW ORCAD. Sviluppo firmware per l'aggiornamento delle nuove schede di controllo. Test con hardware. Remotizzazione della scheda. Materiale per test di funzionamento e per misure delle prestazioni delle schede sviluppate integrate del nuovo firmware.

➤ **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**

12950.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 4

➤ **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**

150000.00

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

Acquisizione e implementazione servizi informatici: ingegnerizzazione pipeline solari. Servizi e beni necessari alla scrittura di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio. Sviluppo di sistemi per l'analisi, l'archiviazione e la fruizione delle mappe solari prodotte e delle misure ottenute su di esse .

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

Implementazione/ingegnerizzazione di algoritmi e pipeline esistenti per analisi dati solare

➤ **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**

10500.00

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

Overhead

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

Overhead

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

30000.00

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

Workshop comunità radio-solare. Attività di disseminazione e di informazione su prodotti e risultati

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

Organizzazione workshop comunità radio-solare nazionale

WP05 - Attività 5

➤ **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**

70000.00

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

Acquisizione hardware per elaborazione e gestione prodotti osservativi radio-solari. Servizi e beni necessari alla scrittura di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio. Sviluppo di sistemi per l'analisi, l'archiviazione e la fruizione delle mappe solari prodotte e delle misure ottenute su di esse.

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

Acquisto server con GPU e storage 100 Tb

➤ **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**

Overhead

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

Overhead

- **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 6

➤ 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

40000.00

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

Acquisizione hardware per elaborazione e gestione prodotti osservativi radio-solari. Servizi e beni necessari alla scrittura di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio. Sviluppo di sistemi per l'analisi, l'archiviazione e la fruizione delle mappe solari prodotte e delle misure ottenute su di esse

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

Acquisto server con GPU e storage 100 Tb

➤ 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**

2800.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 7

➤ **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**

40000.00

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

Acquisizione hardware per elaborazione e gestione prodotti osservativi radio-solari. Servizi e beni necessari alla scrittura di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio. Sviluppo di sistemi per l'analisi, l'archiviazione e la fruizione delle mappe solari prodotte e delle misure ottenute su di esse

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

Acquisto server con GPU e storage 100 Tb

➤ **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**

2800.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 8

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

107441.48

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

Sviluppo, manutenzione, verifica algoritmi: ricercatore/tecnologo TD. Servizi e beni necessari alla scrittura di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio. Sviluppo di sistemi per l'analisi, l'archiviazione e la fruizione delle mappe solari prodotte e delle misure ottenute su di esse .

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

Contratto Post-doc scientifico/tecnologico per sviluppo e manutenzione algoritmi e verifica prodotti solari

➤ **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**

WP05 - Attività 9

➤ **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**

150000.00

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

Acquisizione e implementazione servizi informatici: database e portale web. Servizi e beni necessari alla scrittura di algoritmi per il processing in tempo semi-reale dei dati radio. Sviluppo di sistemi per l'analisi, l'archiviazione e la fruizione delle mappe solari prodotte e delle misure ottenute su di esse.

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

Implementazione di un database di dati e prodotti e relativo portale web per il browsing e la visualizzazione dei dati/prodotti quasi real-time.

➤ **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**

10500.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 10

➤ **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**

25000.00

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

Acquisizione hardware per osservazione ed elaborazione dati full disc del telescopio solare. La spesa è finalizzata all'acquisizione di beni e servizi per la realizzazione di una piattaforma hardware ad alte prestazioni per la gestione e l'elaborazione dei dati full disc provenienti dai due canali (Ha e CaII-K) del nuovo telescopio solare. Il sistema includerà server dedicati all'acquisizione continua dei dati, schede di controllo, interfacce di acquisizione immagini ad alta risoluzione e sistemi di backup. L'hardware dovrà garantire tempi di risposta minimi, elevata disponibilità, robustezza operativa e capacità di elaborazione real-time per l'estrazione di indicatori Space Weather. L'investimento è giustificato dal volume e dalla complessità dei dati solari, e dall'esigenza di fornire prodotti pronti all'uso entro tempistiche compatibili con i servizi delle reti dedicate allo Space Weather.

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

Server ad alte prestazioni dedicato all'acquisizione, gestione ed elaborazione automatica dei dati osservativi solari full disc, con capacità di storage scalabile adatto all'installazione delle pipeline scientifiche e interfacce per l'integrazione con reti SWx.

➤ **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**

1750.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 11

➤ **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**

25000.00

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

Acquisizione hardware per osservazione ed elaborazione dati ad alta risoluzione del telescopio solare. La spesa è destinata all'acquisto di servizi e beni per un sistema di archiviazione scalabile e ad alta capacità, specificamente progettato per conservare nel tempo i dati osservativi generati dal canale ad alta risoluzione del telescopio solare. Il sistema garantirà la conservazione sicura di immagini ad alta risoluzione, metadati associati e prodotti derivati, secondo criteri di accessibilità, integrità e tracciabilità. Verranno implementati dispositivi con ridondanza RAID, accesso multi-utente e meccanismi di backup automatizzati. La piattaforma sarà integrata nell'architettura software esistente, compatibile con le esigenze di disseminazione nazionale e internazionale dei dati solari per scopi scientifici e operativi legati allo Space Weather.

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

Server ad alte prestazioni dedicato all'acquisizione, gestione ed elaborazione automatica dei dati osservativi solari ad alta risoluzione, con capacità di storage scalabile adatto all'installazione delle pipeline scientifiche e interfacce per l'integrazione con reti SWx.

➤ **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**

1750.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 12

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

53720.74

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

Sviluppo software per acquisizione e analisi preliminare dei dati acquisiti dal telescopio solare. La spesa riguarda la progettazione e realizzazione di moduli software dedicati alla gestione automatica del flusso osservativo solare, dalla raccolta al preprocessing, fino alla validazione scientifica dei prodotti. Il software sarà responsabile dell'acquisizione sincronizzata tra i due canali full disc(H α e CaII-K), della correzione degli artefatti, del controllo qualità, della produzione di mappe e immagini derivate e della generazione di metadati standardizzati. Includerà inoltre strumenti per la validazione funzionale e l'interfacciamento con sistemi di distribuzione dati e reti per lo Space Weather. Lo sviluppo sarà svolto in ambiente modulare e compatibile con i requisiti di interoperabilità FAIR, assicurando tracciabilità ed efficienza nella produzione scientifica.

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

Contratto Post-doc tecnologico per lo sviluppo della pipeline di acquisizione, riduzione e analisi preliminare dei dati acquisiti dal telescopio solare.

➤ **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**

WP05 - Attività 13

➤ **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**

65000.00

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

Acquisizione hardware per archiviazione dati full disc e ad alta risoluzione del telescopio solare. Questa voce prevede l'acquisizione di un'infrastruttura hardware avanzata per l'archiviazione dei dati provenienti dal telescopio solare. L'hardware comprenderà workstation grafiche ad alte prestazioni, server con GPU per elaborazioni parallele e storage temporaneo ad accesso rapido, necessari per trattare flussi dati ad alta frequenza e grande ampiezza. L'obiettivo è garantire capacità di elaborazione near real-time e supportare applicazioni scientifiche e operative, inclusi strumenti di diagnostica solare e identificazione di precursori di eventi ad alto impatto. Il dimensionamento sarà coerente con i requisiti di risoluzione spaziale (0.5 arcsec) e temporale, nonché con i vincoli di latenza richiesti dai servizi Space Weather avanzati.

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

Sistema di archiviazione ad alta capacità (≥ 250 TB netti), ridondato e scalabile, progettato per la conservazione sicura e l'accesso strutturato a grandi volumi di dati scientifici solari, con supporto per replica, backup e accesso condiviso.

➤ **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**
4550.00
- **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**
Overhead
- **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**
Overhead
- **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 14

- **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**
53720.74
- **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

Validazione scientifica e benchmark delle pipeline per il telescopio solare. La spesa è dedicata alla realizzazione di strumenti e ambienti software per la validazione scientifica delle pipeline sviluppate per il nuovo telescopio solare. L'attività comprenderà la definizione di benchmark quantitativi per valutare l'accuratezza e l'affidabilità dei prodotti osservativi, l'implementazione di test automatici su dataset simulati e reali. Verranno impiegati software di analisi statistica. L'obiettivo è garantire accuratezza e robustezza

delle pipeline di acquisizione e archiviazione, nonché la qualità dei prodotti in vista del loro utilizzo operativo in ambito Space Weather e la loro integrazione nei servizi delle reti per lo Space Weather.

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

Contratto Post-doc tecnologico per lo sviluppo del sistema di archiviazione dei dati acquisiti dal telescopio solare e per la loro validazione scientifica.

➤ **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**

WP05 - Attività 15

➤ **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**

65000.00

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

Acquisizione hardware per integrazione ottico-radio. L'acquisizione hardware prevista per il task T.5.15 è finalizzata alla realizzazione di un'infrastruttura tecnica in grado di supportare l'integrazione tra osservazioni ottiche e radio, nell'ambito delle attività di Space Weather e sorveglianza spaziale. In particolare, l'hardware sarà utilizzato per la raccolta di dati provenienti da telescopi ottici e radiotelescopi (es. SRT, Medicina e Noto), assicurando compatibilità nei formati, nelle tempistiche e nelle modalità di trattamento del dato. Le specifiche architetture saranno ottimizzate per gestire flussi ad alta frequenza e interoperabilità con pipeline di analisi scientifica. La configurazione prevista terrà conto delle esigenze di affidabilità operativa e scalabilità.

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

Sistema di archiviazione ad alta capacità (≥ 250 TB netti), ridondato e scalabile, progettato per la conservazione sicura e l'accesso strutturato a grandi volumi di dati scientifici solari, con supporto per replica, backup e accesso condiviso. Il dimensionamento economico deriva da indagini di mercato svolte su componenti di fascia professionale, compatibili con le necessità di osservazioni continuative ad alta precisione.

➤ **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**

4550.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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 16

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

107441.48

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

Progettazione di un portale pubblico per la disseminazione dei dati integrati. La spesa è destinata alla progettazione e sviluppo di un portale web pubblico per la disseminazione dei dati integrati ottico-radio prodotti dal telescopio solare e dai radiotelescopi coinvolti nel progetto. Verranno implementate funzionalità per la consultazione, il download e la visualizzazione interattiva dei dataset, con metadati standardizzati. L'investimento coprirà l'acquisizione di risorse tecniche e professionali necessarie per lo sviluppo, il testing e la messa in produzione del portale, assicurando la valorizzazione e la fruibilità dei dati per la comunità scientifica e il pubblico.

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

Contratto Post-doc scientifico per lo sviluppo dei software per l'integrazione dei prodotti osservativi solari nell'ottico e nel radio

➤ **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**

WP06 - Attività 1

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

509000.00

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

2 Unità di personale TD III livello informatico e 3 Unità di personale TD tecnico (2 operatori di antenna e 1 elettronico) per supporto alla schedulazione dinamica di SRT. La richiesta di personale TD III livello e TD tecnico è dovuta all'introduzione della schedulazione dinamica di SRT che richiede personale informatico per sviluppare il software di schedulazione dinamica e di personale tecnico per seguire le operazioni di SRT

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

Costi delle unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) e di personale VI livello (tecnici) come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF afferisce

➤ **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**

WP06 - 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**

430000.00

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

Hardware per remotizzazione SRT- Per l'implementazione della remotizzazione ad SRT di vuole acquisire un sistema hardware che aumenti la sicurezza delle osservazioni in sito

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**
30100.00
- **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**
Overhead
- **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**
Overhead
- **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**

WP06 - Attività 3

- **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**

400000.00

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

Hardware per backends SRT. L'acquisizione di nuove schede SKARAB è richiesta per migliorare le prestazioni scientifiche dedicate al follow-up radio di rivelazioni di onde gravitazionali utilizzando tutte le modalità osservative permesse da SRT.

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

Basato su preventivi specifici

➤ **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**

28000.00

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

Overhead

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

Overhead

- **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**

WP06 - Attività 4

- **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**

400000.00

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

Hardware HPC SRT. L'acquisizione di nuove tecnologie per l'High Performance Computing è richiesta per migliorare il risultato scientifico dell'astronomia multi-messaggera permettendo di potenziare sia l'acquisizione dei dati astronomici che la possibilità di effettuare la riduzione dei dati on line.

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

Basato su preventivi specifici

- **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**

28000.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP06 - Attività 5

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

214882.96

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

2 Unità di personale TD III livello (scientifico) per acquisizione ed analisi dati real-time con diverse modalità osservative. La richiesta di personale TD III livello è dovuta alla necessità di sviluppare strategie osservative, software e algoritmi per la gestione di grandi mole di dati durante le osservazioni astronomiche con SRT.

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

Costi delle unità di personale di III livello (ricercatore) come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF afferisce

➤ **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**

WP06 - Attività 6

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

107441.48

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

1 Unità di personale TD III livello (scientifico) per analisi casi scientifici. La richiesta di personale TD III livello è dovuta alla necessità di sviluppare strategie osservative, software e algoritmi per MezzoCielo. La sua attività coprirà due anni, nei quali contribuirà alle altre attività del WP legate al MezzoCielo, come i problemi di archiviazione da declinare in funzione dei temi scientifici da coprire

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

Costi di un'unità di personale di III livello (ricercatore/tecnologo) come previsti dal contratto di ricerca a cui INAF afferisce

➤ **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**

WP06 - Attività 7

➤ 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

30000.00

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

Server di archiviazione per MezzoCielo. Server modulare con 500 TB di spazio dedicato, comunicazione veloce tramite porta Gigabit 25Gb/s

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

Basato su preventivi specifici

➤ 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**

2100.00

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

Overhead

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

Overhead

➤ **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**

WP06 - Attività 8

➤ **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**

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

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	€ 2.881.521,88
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 15.773.968,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 211.000,00
D2 – Progettazione	€ 21.100,00

E1 - Spese Generali	€ 1.120.424,76
F1 – Comunicazione	€ 138.500,00

PIANO DEI COSTI PER CIASCUNA WP RIPARTITO PER TIPOLOGIE DI SPESA

WP: WP01

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 361.000,00
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	€ 108.500,00

WP: WP02

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 303.441,48
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 7.790.000,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 200.000,00
D2 – Progettazione	€ 20.000,00
E1 - Spese Generali	€ 560.700,00

F1 – Comunicazione	€ 0,00
--------------------	--------

WP: WP03

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 633.665,60
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 3.706.968,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 11.000,00
D2 – Progettazione	€ 1100,00
E1 - Spese Generali	€ 260.334,76
F1 – Comunicazione	€ 0,00

WP: WP04

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 322.324,44
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 1.752.000,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 122.640,00
F1 – Comunicazione	€ 0,00

WP: WP05

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 429.765,92
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 1.265.000,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 88.550,00
F1 – Comunicazione	€ 30.000,00

WP: WP06

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 831.324,44
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 1.260.000,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 88.200,00
F1 – Comunicazione	€ 0,00

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	2.881.521,88 €
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	15.773.968,00 €
C1 – Open Access	0,00 €
D1 – Impianti	211.000,00 €
D2 – Progettazione	21.100,00 €
E1 - Spese Generali	1.120.424,76 €
F1 – Comunicazione	138.500,00 €

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 di ASTRASud dimostrano coerenza con le priorità strategiche della Strategia Nazionale per lo Spazio e l'Aerospazio (SNSI), la quale pone l'accento sulla sicurezza e sostenibilità delle operazioni spaziali, la valorizzazione delle infrastrutture di ricerca e lo sviluppo dell'innovazione tecnologica, con un focus sul Mezzogiorno. ASTRASud si inserisce perfettamente in questo quadro, proponendosi di: (i) RAFFORZARE LA SICUREZZA SPAZIALE: la crescente quantità di detriti spaziali rendono la sorveglianza e il tracciamento degli oggetti in orbita una priorità assoluta. Gli upgrade ai radiotelescopi SRT, Croce del Nord e Noto potenzieranno significativamente la capacità italiana di rilevare e tracciare detriti, contribuendo attivamente ai servizi di Collision Avoidance (CA), Re-entry (RE) e Fragmentation (FR) forniti dal Consorzio EUSST; (ii) MIGLIORARE IL MONITORAGGIO DELLO SPACE WEATHER: l'attività solare rappresenta una minaccia concreta per le infrastrutture spaziali e terrestri. Il potenziamento del Telescopio Solare dell'OACt e l'installazione di un beam dedicato allo Space Weather sulla stazione LOFAR 2.0 di Noto rispondono all'esigenza di un monitoraggio continuo e in tempo reale, essenziale per la protezione dei satelliti e la previsione di eventi solari; (iii) PROMUOVERE L'ASTRONOMIA MULTIMESSAGGERA: l'Italia vanta già un'eccellenza in questo campo, con sensori in grado di analizzare diversi "messaggeri" cosmici (onde gravitazionali, neutrini, raggi cosmici, radiazione elettromagnetica). ASTRASud consolida e amplia queste capacità, posizionando l'INAF e l'Italia all'avanguardia nella nuova generazione di osservazioni astronomiche; (iv) SOSTENERE LO SVILUPPO DEL MEZZOGIORNO: l'ubicazione della maggior parte dei sensori potenziati e delle nuove installazioni nel Sud Italia, con una prevalenza superiore all'85% degli investimenti e delle assunzioni in questa area, è pienamente in linea con la politica di coesione territoriale e la volontà della SNSI di valorizzare le eccellenze e creare opportunità di sviluppo nel Sud. La metodologia e le procedure di attuazione del progetto ASTRASud dimostrano una pianificazione rigorosa e un'attenta considerazione dei fattori critici di successo. La durata di 30 mesi, frutto di un'attenta analisi dei bisogni e del coinvolgimento di tutto il gruppo di lavoro, indica una pianificazione realistica e ben ponderata. L'esperienza acquisita con i progetti PON e PNRR, in termini di gare d'appalto, procedure amministrative e gestione dei rischi (tecnico-scientifici e gestionali), fornisce una base solida per l'implementazione efficiente del progetto. L'organizzazione in 6 WPs, ben distinti e complementari, riflette un approccio metodologico robusto. Il WP1 dedicato al management, rendicontazione e disseminazione assicura una governance

efficace. I WP2 e WP3, incentrati sugli upgrade infrastrutturali, rappresentano la base abilitante per le attività di servizio (WP4: detriti spaziali, WP5: Space Weather) e ricerca scientifica (WP6: astronomia multi-messaggera). Questa struttura garantisce chiarezza, tracciabilità delle attività e un'allocazione mirata delle risorse. Il piano di gestione complessiva prevede un monitoraggio costante dell'avanzamento delle attività attraverso tre indicatori chiave: di ambito (deliverable completati), di tempo (varianza rispetto alla schedula) e di costo (spesa effettiva). Questo sistema di controllo trifattoriale assicura un'attenta gestione delle risorse e un'identificazione tempestiva di eventuali scostamenti, garantendo l'aderenza agli obiettivi e ai tempi previsti. Infine, l'attenzione ai CAM (Criteri Ambientali Minimi) e ai principi DNSH (Do No Significant Harm), insieme alla riduzione dei consumi energetici attraverso nuove componentistiche ad alta efficienza e la remotizzazione degli strumenti, dimostra una metodologia proattiva verso la sostenibilità ambientale. Per quanto riguarda grado di eccellenza, transdisciplinarietà ed unicità del progetto, ASTRASud eccelle per la sua ambizione scientifica, la sua intrinseca transdisciplinarietà e l'unicità delle soluzioni proposte. Ad esempio, l'upgrade della Croce del Nord la renderà il radar di sorveglianza più sensibile nella rete EUSST, capace di rilevare oggetti sotto i 10 cm. SRT con la sua elevata sensibilità e capacità multi-frequenza è uno strumento di eccellenza per lo Space Weather e l'astronomia multi-messaggera. L'installazione della stazione LOFAR 2.0 a Noto, la più meridionale d'Europa, aumenterà la risoluzione del sensore, aprendo nuove frontiere per lo studio dell'universo a basse frequenze. Il progetto abbraccia e integra diverse discipline scientifiche e tecnologiche: (i) RADIOASTRONOMIA E OTTICA, con l'utilizzo congiunto e l'integrazione di radiotelescopi e telescopi ottici (TANDEM, MezzoCielo), per la sorveglianza spaziale e l'astronomia multi-messaggera; (ii) INGEGNERIA, con nuovi ricevitori, sistemi di movimentazione, link ottici su fibra e centri di calcolo dedicati all'elaborazione dati orbitali; (iii) SCIENZE DELL'ATMOSFERA E SPAZIO, grazie al monitoraggio dello Space Weather, il quale richiede competenze in fisica solare, geomagnetismo e propagazione delle onde; (iv) INFORMATICA E DATA SCIENCE, relativamente allo sviluppo di algoritmi per la determinazione orbitale e il "data fusion", per estrarre informazioni più accurate da dati provenienti da sensori eterogenei. ASTRASud si distingue inoltre, nella sua unicità, per: (i) il POSIZIONAMENTO GEOGRAFICO STRATEGICO, grazie alla presenza di sensori chiave nel Sud Italia (SRT in Sardegna, Noto in Sicilia), che consente l'osservazione di oggetti a bassa declinazione; (ii) SINERGIA TRA RADAR BISTACI/MULTISTATICI, per l'uso complementare di SRT ("tracking") e Croce del Nord ("survey"), dimostrando una struttura innovativa e unica nel suo genere; (iv) NUOVI STRUMENTI OTTICI: TANDEM e MezzoCielo sono prototipi all'avanguardia che esplorano nuove architetture per l'osservazione ottica ad ampio campo, ponendo l'Italia in una posizione di leadership nell'innovazione strumentale. Uno degli aspetti più qualificanti di ASTRASud è la sua spiccata capacità di generare ricadute positive sul sistema imprenditoriale, in particolare per le piccole e medie imprese (PMI) del Mezzogiorno. Le imprese saranno coinvolte nella progettazione, sviluppo e realizzazione di componenti ad alta tecnologia, come ricevitori radiofrequenza, telescopi, link ottici. Questo trasferimento di know-how e tecnologie all'avanguardia rafforzerà la competitività nel settore aerospaziale e non solo. La partecipazione al progetto permetterà alle aziende di accrescere le proprie competenze tecnico-specialistiche in settori emergenti, come lo Space Traffic Management (STM), lo sviluppo di algoritmi per evitare collisioni e la gestione di grandi volumi di dati per l'astronomia multi-messaggera. Se parliamo di opportunità di mercato e collaborazioni di medio e lungo termine, il progetto porterà alla pubblicazione di bandi di gara, a livello nazionale ed europeo, offrendo concrete opportunità economiche per le aziende specializzate in diversi settori merceologici e commerciali. Le collaborazioni non si esauriranno con la conclusione del progetto, ma proseguiranno nel tempo per le attività di manutenzione e assistenza delle nuove infrastrutture, garantendo una continuità strategica e un flusso costante di opportunità per il settore privato. L'alto contenuto tecnologico degli interventi proposti favorirà la nascita e il consolidamento di nuove filiere produttive e di servizio, specializzate in hardware e software per il settore spaziale, nello sviluppo di sensori avanzati e nell'elaborazione di dati complessi. Inoltre, l'afflusso di risorse finanziarie destinate al progetto si tradurrà in investimenti, posti di lavoro e assunzioni di personale tecnico e scientifico, con una forte prevalenza nel Sud. Questo stimolerà l'economia locale e regionale, creando nuove opportunità occupazionali qualificate.

➤ **11EA2: Fattibilità tecnica (8000 car.)**

Il progetto ASTRASud propone obiettivi e finalità molto ambiziosi, rimanendo però saldamente ancorato a una rigorosa valutazione della sua fattibilità tecnica, garantita dalla disponibilità di risorse adeguate, da capacità consolidate e da competenze di altissimo livello. L'analisi approfondita delle risorse tecniche, hardware e software disponibili, unita alla comprovata expertise del team coinvolto, assicura che il progetto possa essere realizzato con successo, superando i limiti tecnici e promuovendo al contempo una significativa innovazione. Le fondamenta di ASTRASud poggiano su un patrimonio infrastrutturale già esistente e di altissima qualità, rappresentato dai radiotelescopi SRT (Sardinia Radio Telescope), Croce del Nord e Noto, oltre al Telescopio Solare dell'OACt. L'INAF non si approccia a questo progetto partendo da zero; al

contrario, capitalizza gli investimenti e le esperienze maturate in decenni di attività e nei precedenti upgrade realizzati con fondi PON e PNRR. Questo approccio strategico, che punta sull'evoluzione dell'esistente, consente di massimizzare l'efficienza e ridurre al massimo i rischi. Gli interventi proposti in ASTRASud mirano a potenziare selettivamente queste infrastrutture, dotandole di nuove capacità e integrando componenti tecnologicamente avanzate che espandano le attuali funzionalità. Solo a titolo di esempio, lo sviluppo di un nuovo ricevitore a larga banda per l'SRT o il miglioramento dei ricevitori esistenti si basano su progetti già sviluppati nella loro fase preliminare, ma che necessitano di essere completati con la realizzazione di ulteriori parti o l'utilizzo di tecnologie più performanti. Analogamente, l'allargamento dello specchio riflettente della Croce del Nord si basa su una metodologia già sperimentata di cui i tecnici coinvolti hanno piena conoscenza. Sul fronte software, la realizzazione del nuovo Centro di Calcolo per SST presso IRA-Noto è un pilastro cruciale per il progetto. La sua fattibilità risiede non solo nella disponibilità di hardware di nuova generazione, ma anche nella comprovata capacità dell'INAF di sviluppare algoritmi complessi per la determinazione orbitale e per il "data fusion". Il data center previsto per la stazione di Noto seguirà un'architettura già consolidata grazie allo studio effettuato per la realizzazione, fatta con fondi PNRR, del data center presso la Croce del Nord di Medicina. Ancora, la stazione LOFAR 2.0 di Noto, si inserisce in una rete internazionale già operante da diversi anni. La progettazione dei ricevitori di seconda generazione, attualmente in fase di installazione nelle stazioni LOFAR in tutta Europa su antenne già ampiamente collaudate, è frutto di una collaborazione italo-olandese, garantendo un livello di rischio estremamente contenuto, sia nella fase realizzativa, sia nella sua messa in servizio. L'introduzione di strumenti interamente nuovi, come il telescopio TANDEM, benché innovativo, è facilitata da una chiara comprensione delle sfide tecniche e delle risorse necessarie. La fattibilità tecnica del telescopio TANDEM è supportata dall'esistenza di un prototipo già realizzato e testato presso l'Osservatorio INAF di Loiano (BO), che ha dimostrato ottime prestazioni nel monitoraggio di detriti spaziali in orbita bassa (LEO). Il sistema si basa su tecnologie ottiche mature, integrate con una progettazione innovativa dell'array. Le competenze tecniche del team proponente, unite alla disponibilità di infrastrutture di supporto, rendono la realizzazione, installazione e validazione del telescopio pienamente realizzabile nei tempi previsti. I rischi tecnici, come l'allineamento preciso dei telescopi e l'integrazione del software di acquisizione dati, sono stati già affrontati nella fase di prototipazione e saranno ulteriormente mitigati grazie a un piano di sviluppo graduale e a test di validazione sul campo. Il nuovo telescopio solare di Catania rappresenta un'evoluzione dell'attuale strumento, già operativo presso la stessa sede. Il team ha maturato una solida esperienza nella gestione delle sue ottiche e componenti, ed è perfettamente in grado di affrontare le criticità tecniche e operative. Le attività di calibrazione e test osservativi saranno condotte da personale altamente qualificato, con competenze specifiche nell'ambito della fisica solare. Infine, il progetto del telescopio MezzoCielo sfrutta l'esperienza e le conoscenze sviluppate con la partecipazione al disegno e messa a punto del telescopio FlyEye/NEOSTEL, un sensore ottico per applicazioni SSA. Il disegno optomeccanico è già avanzato, sviluppato partendo dall'esperienza acquisita, essendo il FlyEye un telescopio a grande campo. I partecipanti al progetto ASTRASud hanno inoltre sviluppato software e l'elettronica di controllo per progetti di astronomia per i maggiori osservatori del mondo come il Very Large Telescope e il Large Binocular Telescope. L'esperienza acquisita sui due fronti, dell'ottica e dell'elettronica, rappresenta una solida base progettuale e garantisce una conoscenza approfondita delle problematiche legate alla costruzione e all'assemblaggio di strumenti ottici complessi, con ricadute dirette sulla riduzione dei rischi tecnici e sull'ottimizzazione dei tempi di realizzazione. La capacità di portare a termine con successo un progetto della complessità di ASTRASud deriva principalmente dalle competenze umane coinvolte. Il progetto si avvale di un gruppo di lavoro composto da 6 unità operative dell'INAF, selezionate per l'elevata competenza ed esperienza delle loro figure professionali. Lo sviluppo delle attività si fonda sulla disponibilità e sulla competenza delle risorse umane coinvolte: dall'amministrazione ai RUP, dal personale tecnico ai ricercatori. L'amministrazione, in particolare, si è consolidata, grazie all'esperienza maturata con il PNRR, affermandosi oggi come una struttura competente, coesa ed efficiente. Analogamente, i tecnici coinvolti hanno già partecipato a progetti simili, molti dei quali finanziati proprio nell'ambito del PNRR, così come i ricercatori incaricati dello sviluppo e del commissioning delle nuove facilities. Ogni sede dispone di laboratori dotati di strumentazione all'avanguardia. È stato predisposto un cronoprogramma (Gantt Chart) estremamente realistico, costruito tenendo conto delle criticità riscontrate in esperienze pregresse analoghe. Questo approccio riflette una maturità operativa che consente di affrontare con consapevolezza scenari complessi e imprevisti. Per questa proposta è stata quindi condotta un'attenta analisi del rischio, prevedendo margini temporali adeguati per affrontare eventuali criticità, con l'obiettivo di garantire il rispetto dei tempi e degli obiettivi progettuali. In conclusione, tutti gli interventi proposti si basano su un know-how già presente nei centri INAF coinvolti. Le infrastrutture esistenti sono pienamente idonee ad accogliere gli upgrade previsti e i nuovi impianti poggiano su studi tecnici e progettuali già avviati. La realizzazione sarà supportata da un cronoprogramma articolato in fasi successive, con attività di validazione e test integrati. Il rischio tecnico è quindi contenuto e mitigato.

dalla forte esperienza del personale coinvolto e dalla comprovata capacità di gestione di progetti complessi, rendendo ASTRASud un progetto non solo ambizioso, ma concretamente realizzabile.

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.)

La grande capacità di supportare l'avanzamento tecnologico delle imprese e l'introduzione di tecnologie avanzate che l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), soggetto proponente del progetto ASTRASud, possiede si fonda principalmente su un patrimonio di competenze scientifiche e tecnologiche d'avanguardia, su infrastrutture di ricerca di eccellenza e una su una consolidata esperienza nella gestione di progetti complessi, sia scientifici che tecnologici. INAF, inoltre, gestisce infrastrutture di ricerca di livello internazionale, quali telescopi ottici e radio, laboratori di ottica, criogenia, elettronica, e centri di calcolo ad alte prestazioni. Tutto questo si traduce in: expertise nella progettazione ed ottimizzazione di sistemi opto-meccanici complessi (es. telescopi, rivelatori), ingegneria dei sistemi, sviluppo di strumentazione scientifica e prototipazione, competenze nello sviluppo di algoritmi avanzati per l'analisi di big data, intelligenza artificiale, machine learning, data processing, Know-how nella progettazione e realizzazione di sistemi elettronici ad alta e bassa frequenza, sistemi di acquisizione dati ad alta velocità, e sviluppo di antenne e trasmettitori innovativi, per applicazioni terrestri e spaziali. Questa base di conoscenze è fondamentale per il successo del progetto ASTRASud e per il raggiungere gli obiettivi prefissati. Il conseguimento di tali obiettivi implica anche la partecipazione di aziende secondo le modalità già delineate, le quali assicureranno un reciproco avanzamento tecnologico. Per completezza, le modalità di collaborazione con le aziende saranno le seguenti: 1) modalità di scambio diretto delle conoscenze e tecnologie INAF, in soluzioni applicabili e industrializzabili, attraverso la co-progettazione e il co-sviluppo con le imprese; 2) modalità di scambio di conoscenze e dei dati generati dall'INAF, che favoriranno i programmi di sviluppo nelle imprese; 3) modalità focalizzate alla crescita delle competenze industriali, attraverso l'interazione diretta e la formazione specialistica. In sintesi, la consolidata capacità di INAF nel condurre ricerca e nel tradurla in soluzioni tecnologiche concrete, unitamente a un modello collaborativo basato su sviluppo congiunto, scambio di conoscenze e formazione mirata, garantisce che il progetto ASTRASud sia un veicolo efficace per l'avanzamento tecnologico delle imprese coinvolte.

➤ 11EB1.2 - Capacità economico finanziaria del Soggetto Proponente per la sostenibilità del progetto (4000 car.)

L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) rappresenta l'ente pubblico di riferimento in Italia per la ricerca astrofisica e astronomica, con una struttura consolidata, un bilancio solido e una capacità riconosciuta di gestire progetti complessi, sia nazionali, che internazionali. La capacità economico-finanziaria dell'INAF è un elemento determinante per garantire la sostenibilità operativa ed esecutiva di qualsiasi nuovo progetto, incluso quello oggetto della richiesta di finanziamento ministeriale. L'INAF gestisce annualmente un bilancio che si aggira, in media, attorno ai 250 milioni di Euro, articolato tra fondi ordinari, contributi finalizzati, bandi competitivi, finanziamenti europei e contratti conto terzi. L'ente è destinatario di finanziamenti pubblici stabili, in particolare dal Fondo Ordinario per gli Enti di Ricerca (FOE), assegnato dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), che garantisce copertura per il personale strutturato e per i costi operativi di base. Tale contributo copre mediamente circa il 55-60% del fabbisogno annuale e rappresenta una base economica solida su cui si innestano ulteriori fonti di finanziamento. L'INAF ha una lunga esperienza nella gestione pluriennale di progetti cofinanziati, grazie a un sistema amministrativo centralizzato ed efficiente, in grado di garantire controllo di spesa, rendicontazione puntuale e monitoraggio costante dei flussi finanziari. L'ente ha sviluppato strumenti interni di project management che includono il controllo di gestione, audit interni e piattaforme digitali per la rendicontazione secondo le normative nazionali ed europee. La presenza di un'unità dedicata alla progettazione e al supporto amministrativo, assicura la corretta applicazione delle norme in materia di appalti pubblici, spese ammissibili e rispetto delle scadenze. Nel corso degli ultimi anni, l'INAF ha ottenuto e gestito con successo numerosi finanziamenti ministeriali e internazionali, tra cui Progetti PRIN (Progetti di Ricerca di Interesse Nazionale), Partecipazioni al Piano Nazionale della Ricerca (PNR), Finanziamenti nell'ambito del PNRR per infrastrutture e personale, Contributi ASI, ESA e Horizon Europe. Tale esperienza dimostra la capacità di attrarre e gestire finanziamenti su scala nazionale e comunitaria, con una solida reputazione nella

comunità scientifica e presso i soggetti finanziatori. Per quanto riguarda il progetto oggetto della presente richiesta, l'INAF è in grado di garantire copertura co-finanziaria, se necessaria, tramite risorse proprie o fondi già assegnati a supporto delle linee strategiche coerenti con l'iniziativa. La presenza capillare sul territorio (oltre 20 strutture tra osservatori e sedi di ricerca), l'accesso a infrastrutture di calcolo e laboratori, e un organico tecnico-amministrativo altamente qualificato, assicurano la piena sostenibilità del progetto da un punto di vista logistico, operativo ed economico. Infine, l'INAF ha attivato accordi quadro con università, imprese e altri enti di ricerca, che permettono sinergie finanziarie e scientifiche, massimizzando l'impatto delle risorse pubbliche investite. L'ente possiede tutte le condizioni per garantire la sostenibilità immediata e la piena affidabilità economica per l'avvio, lo sviluppo e la conclusione del progetto secondo le tempistiche e gli obiettivi previsti.

➤ **11EB1.3 - Collaborazioni tra i soggetti Coinvolti e Capacità di Networking**

I soggetti attuatori sono tutti istituti dell'INAF, che collaborano tra di loro da molti anni, su temi legati all'astrofisica e alla sicurezza spaziale, nonché sullo sviluppo di tecnologia ad alto livello e data processing. Ognuno porta le proprie esperienze e competenze nelle diverse attività, che si andranno a sviluppare all'interno di ASTRASud. Riunioni periodiche in presenza ed online, piattaforme per la gestione corale dei documenti faciliteranno una chiara e efficiente collaborazione tra le UO, facilitando il team building e la creazione di un'atmosfera di condivisione positiva. L'Osservatorio di Cagliari e l'Istituto di Radioastronomia hanno ampie competenze nello sviluppo di ricevitori radio ad alta e bassa frequenza, nella comune costruzione di antenne (single dish o array), apparati di criogenia, scheduling e centri di calcolo complessi. L'Osservatorio di Palermo, insieme a quello di Catania e Padova hanno notevole esperienza nella progettazione e nello sviluppo di telescopi ottici a grande campo, alte sensibilità ed elevato potere risolvente. La presenza di grandi infrastrutture e di una competenza tecnologica molto avanzata hanno già permesso alle UO di giocare un ruolo importante nel campo della sorveglianza spaziale (Space Situational Awareness - SSA). In tale campo, sia OAC, che IRA hanno due antenne che sono parte ricevente di due radar italiani: BIRALET e BIRALES, rispettivamente per il tracking (con SRT) e la survey (con la Croce del Nord) di oggetti orbitanti. Insieme i due radiotelescopi si compensano e completano all'interno della rete europea EUSST, per il monitoraggio di oggetti orbitanti in orbita più bassa, che va dai 200 a 2000 km di quota. Per osservazioni di satelliti a quote più alte, fino al limite dell'orbita geostazionaria (36.000 km), servono i telescopi ottici, che OAPa e OAPd andranno a perfezionare con ASTRASud, al fine del loro inserimento nella rete EUSST. In questo modo, l'Italia potrà dotarsi di una rete di monitoraggio spaziale completa di tutti i sensori per l'osservazione a tutte le fasce orbitali ed in tutte le modalità osservative possibili, sia in survey (a grande campo di vista), ma anche in tracking (ad alta sensibilità e risoluzione). Inoltre la parabola di Noto, una volta inserita nella rete EUSST, sarà il radar più a sud d'Europa, con capacità osservative uniche. IRA, OAPd e OAPa collaborano anche all'interno dell'Accordo Attuativo siglato tra INAF e ASI, dal titolo "Detriti spaziali e sostenibilità delle attività spaziali a lungo-termine", che vede coinvolti anche istituti del CNR e università italiane, come il Politecnico di Milano, il CISAS di Padova, La Sapienza e Tor Vergata di Roma. Questo accordo permette la stretta collaborazione tra ricercatori, scambio di dati, provenienti da differenti sensori, sviluppo di nuove capacità ed algoritmi e scambio di esperienze per maturare una conoscenza comune sulle tematiche di lavoro. Inoltre le Unità Operative coinvolte in ASTRASud hanno stabilito fortissime collaborazioni con numerose aziende sul territorio nazionale, che operano in svariati settori, maturate all'interno delle ordinarie attività degli Istituti, ma anche dai grandi progetti tecnologici, come SKA, e le grandi collaborazioni internazionali, come LOFAR. Alcune Unità Operative partecipano attivamente a tavoli di lavoro internazionali, come lo IADC. Lo sviluppo di nuove tecnologie italiane, previsto nell'ambito del progetto ASTRASud, contribuirà ad ampliare il coinvolgimento italiano all'interno di questo consorzio internazionale, rafforzando la rete di sensori, le competenze tecniche e scientifiche, nonché la capacità decisionale e il peso politico complessivo, così come la partecipazione a reti tematiche europee, come SWESNET (ESA) per il monitoraggio dello Space Weather.

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.

La sostenibilità economico-finanziaria futura dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) si fonda su una

strategia di gestione strutturata e diversificata. L'ente ha dimostrato nel tempo una elevata capacità di adattamento e continuità, anche in contesti economici complessi, assicurando la prosecuzione delle attività scientifiche, l'ammodernamento delle infrastrutture e il reclutamento di capitale umano. La diversificazione delle fonti di finanziamento è uno dei pilastri della sostenibilità futura dell'INAF. Accanto al contributo ordinario del MUR, l'ente accede regolarmente a fondi competitivi nazionali ed europei, tra cui Horizon Europe e ERC (partecipazione a progetti e consorzi ad alta intensità tecnologica), Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e ESA (per missioni spaziali, payload scientifici e sviluppo di strumentazione avanzata), Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) (con progetti già in esecuzione fino al 2026 per oltre 150 milioni di euro), Partnership con soggetti privati (per progetti di trasferimento tecnologico e innovazione). Questa pluralità di fonti assicura una flessibilità finanziaria e operativa che riduce il rischio di dipendenza da singoli canali di finanziamento. Inoltre, l'INAF ha implementato un sistema di pianificazione strategica triennale, in linea con gli indirizzi del MUR, che include scenari di crescita, gestione del turnover del personale, rinnovo delle infrastrutture e investimenti in digitalizzazione e sostenibilità ambientale. Il piano triennale è affiancato da documenti di programmazione economico-finanziaria che prevedono scenari prudenziali e proattivi, volti a garantire l'equilibrio di bilancio anche in prospettiva. Dal punto di vista patrimoniale, l'ente possiede e gestisce numerosi beni immobili e strumentali – tra cui osservatori, telescopi, antenne radio, centri dati e laboratori – il cui valore economico e scientifico è in continua valorizzazione. Questo patrimonio, oltre a costituire una garanzia per eventuali investimenti futuri, rappresenta una leva importante per la stipula di accordi di programma, co-finanziamenti e partenariati pubblico-privati. A livello di personale, l'INAF adotta una politica di reclutamento sostenibile, con piani per la stabilizzazione dei ricercatori precari, l'assunzione di giovani talenti e l'internazionalizzazione delle competenze. Grazie anche ai fondi straordinari PNRR e alle risorse messe a disposizione da bandi europei (MSCA, ERC), l'ente ha potuto rafforzare il proprio organico, mantenendo sotto controllo il rapporto tra spese fisse e variabili. Un ulteriore elemento a sostegno della sostenibilità futura è costituito dalla capacità di programmazione inter-istituzionale: l'INAF partecipa attivamente alle principali reti di ricerca europee (come l'European Southern Observatory, lo Square Kilometre Array Observatory, ecc.), garantendo un posizionamento strategico di lungo periodo che consente accesso privilegiato a risorse e opportunità. In sintesi, l'INAF presenta tutte le condizioni per una sostenibilità economico-finanziaria robusta anche nel medio-lungo periodo, grazie a: Bilanci in equilibrio certificati annualmente, Fonti finanziarie multiple e diversificate, Patrimonio infrastrutturale solido e in crescita, Capacità progettuale e attrattiva internazionale, Politiche di investimento lungimiranti. Tali caratteristiche confermano che l'INAF non solo è in grado di sostenere l'attuazione del progetto in oggetto, ma dispone anche degli strumenti e delle condizioni per garantirne la continuità, l'aggiornamento e la valorizzazione anche negli anni a venire.

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.)

Il progetto sarà realizzato nel pieno rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) previsti dalla normativa vigente, per le forniture, i servizi e i lavori pubblici, assicurando una selezione responsabile di materiali, tecnologie e processi a basso impatto ambientale. Tutte le fasi di progettazione, costruzione e gestione operativa delle infrastrutture saranno inoltre conformi al principio DNSH (Do No Significant Harm), evitando impatti ambientali significativi su ciascuno dei sei obiettivi ambientali definiti dal Regolamento (UE) 2020/852 sulla tassonomia europea, tra cui mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, uso sostenibile delle risorse e prevenzione dell'inquinamento. In particolare, verranno adottate soluzioni ad alta efficienza energetica e le nuove apparecchiature installate presso le stazioni di Noto e Medicina saranno alimentate da fonti Green (impianti fotovoltaici e batterie di accumulo). La gestione dei rifiuti, in particolare quelli elettronici e speciali, seguirà protocolli di raccolta e smaltimento certificati e tracciabili. La modularità e aggiornabilità dei sistemi installati consentiranno una maggiore durata nel tempo e una riduzione dei rifiuti da dismissione, in linea con i principi dell'economia circolare. Per quanto riguarda i lavori in situ, le squadre tecniche si muoveranno e trasporteranno materiale, grazie all'utilizzo di veicoli

elettrici, di cui alcune UO sono già dotate. Ove possibile, le infrastrutture previste saranno realizzate riutilizzando strutture preesistenti, limitando il consumo di suolo e l'impatto ambientale delle nuove installazioni. La gestione da remoto delle infrastrutture astronomiche, che sarà realizzata al termine delle attività di ASTRASud, comporta benefici ambientali significativi, tra cui: riduzione delle emissioni di CO₂ dovuta al taglio dei viaggi tecnici su strada e riduzione della climatizzazione degli ambienti. Il progetto contribuirà indirettamente alla sostenibilità ambientale anche attraverso le sue finalità scientifiche, supportando lo studio dello Space Weather e il monitoraggio di detriti spaziali, due attività fondamentali per una gestione sicura e sostenibile dello spazio circumterrestre.

➤ 11ED1.2: Collaborazioni attive (8000 car.)

Relativamente alle collaborazioni internazionali, il monitoraggio degli space debris è sicuramente un'attività di grande rilievo per INAF, che richiede uno sforzo comune e un coordinamento tra tutte le nazioni coinvolte, in particolare per quanto concerne lo IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee - https://iadc-home.org/what_iadc): un Comitato internazionale a cui partecipano 13 agenzie spaziali di tutto il mondo, inclusa la nostra Agenzia Spaziale Italiana (ASI). In questo ambito, l'INAF è contractor principale di ASI all'interno dello IADC, in virtù delle sue capacità scientifiche e tecnologiche, che lo rendono parte attiva nello studio dei detriti spaziali e nel perseguire gli obiettivi del Comitato. Quest'ultimo, attraverso 4 working groups, affronta tematiche legate a i) mitigazione (tramite la definizione di linee guida) dell'effetto dei rifiuti spaziali, ii) studio, tramite lo sviluppo di software, del comportamento degli space debris, iii) localizzazione degli space debris, attraverso le osservazioni fatte da strumentazione a terra, e iv) lo studio degli effetti degli impatti, potenziali ed effettivi. Ricercatori dell'INAF siedono quindi a tali tavoli internazionali, portando la loro esperienza e le competenze maturate, grazie agli studi su dati reali di misure osservative, svolte con i sensori radio e ottici dell'INAF. Far crescere nuovi giovani ricercatori, che verranno inseriti nel gruppo di lavoro del progetto ASTRASud e che utilizzeranno strumenti all'avanguardia tecnologica, aumenterà il peso di discussione e decisionale italiano su tematiche spaziali a livello internazionale. INAF collabora estensivamente con l'ASI, la NASA, la JAXA, la ROSCOSMOS e altre entità internazionali per la realizzazione e la gestione di missioni spaziali. Partecipa inoltre al Consorzio Europeo Space Surveillance and Tracking (EUSST), del Programma Spaziale dell'UE, fin dalla sua nascita nel 2015. Attualmente il Consorzio è composto da 15 stati membri che lavorano insieme per sviluppare la capacità europea di SST, il cui sistema è composto da una rete di sensori terrestri e spaziali in grado di sorvegliare e tracciare oggetti in orbita, insieme alla capacità di elaborazione dati, che mira a fornire informazioni e servizi relativi allo stato degli oggetti in orbita. I servizi SST valutano il rischio di collisioni in orbita e di rientro incontrollato di detriti spaziali nell'atmosfera terrestre, rilevando e caratterizzando le frammentazioni in orbita. INAF è membro del consorzio italiano OCIS (Organismo di Coordinamento ed Indirizzo per la EUSST) in cui fanno parte ASI e l'Amministrazione Difesa (MoD). La Difesa, che svolge servizi di collision avoidance, re-entry e fragmentation, è quindi fortemente interessata a ricevere i dati dai sensori INAF, per svolgere tali attività. Anche ASI, che gestisce il centro operativo di Matera, è mutuamente interessata all'aggiornamento del proprio database satellitare e in tale campo c'è quindi interesse e scambio di know-how per rendere questi servizi sempre più performanti ed affidabili, al fine di una attenta difesa delle infrastrutture satellitari. INAF è fortemente impegnato nello studio dello SWx, con attività di osservazione, modellazione e previsione dell'ambiente eliosferico e della sua interazione con la magnetosfera terrestre. Partecipa al progetto SWESNET dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), contribuendo allo sviluppo di servizi innovativi per il monitoraggio in tempo reale e la mitigazione degli effetti del meteo spaziale su infrastrutture tecnologiche terrestri e spaziali. Le competenze scientifiche e tecnologiche di INAF-OACT trovano riscontro nella partecipazione attiva a prestigiose missioni spaziali, tra cui: Metis, coronografo a bordo della missione ESA Solar Orbiter, per l'osservazione della corona e del vento solare; EUVST (Extreme Ultraviolet High-Throughput Spectroscopic Telescope), a bordo della missione giapponese Solar-C, focalizzato sull'analisi spettrale dell'atmosfera solare; MUSE (Multi-slit Solar Explorer), missione NASA orientata allo studio dinamico della corona solare attraverso spettroscopia multi-fenditura. I progetti di osservazione radio-solare SunDish e Solaris, per applicazioni di Space Weather, sono a guida INAF e fanno parte della rete radio-solare europea CESRA (Community of European Solar Radio Astronomers). Solaris è un osservatorio permanente in Antartide, approvato dal Programma Nazionale di Ricerca in Antartide (PNRA), ed è supportato dall'Aeronautica Militare Italiana. Recentemente sono stati siglati accordi internazionali tra INAF e diverse istituzioni scientifiche in Norvegia e Svezia, per lo sviluppo di stazioni Solaris anche nell'emisfero nord in regioni artiche. Nel contesto delle attività multi-messaggera, l'INAF coordina la collaborazione GRAWITA (GRAVitational Wave INAF TeAm), nata con l'obiettivo di identificare e caratterizzare le controparti elettromagnetiche di sorgenti di onde gravitazionali, rivelate dalla rete internazionale di interferometri da terra (Advanced LIGO negli Stati Uniti e Advanced Virgo in Italia). GRAWITA è una delle prime iniziative europee dedicate al follow-up

rapido di eventi gravitazionali, e rappresenta un esempio consolidato della capacità della comunità INAF di attivare osservazioni coordinate multi-banda in risposta ad allerte transitorie. A partire dalla rivelazione dell'evento GW170817, la collaborazione ha operato campagne osservative sistematiche in tutte le bande dello spettro elettromagnetico — dall'ottico al radio, dai raggi X ai gamma — utilizzando infrastrutture di punta come il VLT Survey Telescope, il Large Binocular Telescope, il TNG, il REM, gli osservatori INAF di Asiago e Campo Imperatore e il Sardinia Radio Telescope. Le osservazioni effettuate hanno permesso, tra l'altro, di rilevare la prima kilonova mai osservata (AT2017gfo), contribuendo in modo determinante alla comprensione della nucleosintesi di elementi pesanti tramite processi di cattura neutronica rapida (processo r). GRAWITA continua a essere attiva nelle campagne di follow-up dei run osservativi di LIGO-Virgo-KAGRA, attraverso una rete articolata di gruppi di lavoro specializzati e collaborazioni internazionali. Ulteriori informazioni sulla collaborazione sono disponibili sul sito ufficiale: <https://grawita.inaf.it/>. Nel campo dell'Astronomia Ottica, INAF gestisce il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) a La Palma (Spagna) e possiede una quota del 25% del Large Binocular Telescope (LBT) presso l'Osservatorio del Monte Graham, in Arizona (USA). INAF rappresenta il Governo Italiano nell'IGO European Southern Observatory (ESO), che gestisce telescopi in tre osservatori situati nelle Ande cilene: La Silla, Paranal-Armazones e Chajnantor, dove si trovano il Very Large Telescope (VLT) e l'Atacama Large Millimetric Array (ALMA). INAF possiede e gestisce, attraverso l'ESO, il telescopio nazionale Very Small Telescope (VST) presso Paranal. INAF partecipa attivamente alla collaborazione internazionale "Low Frequency Array (LOFAR)" e al progetto di estensione dell'interferometro radio MeerKAT+ in Sudafrica. Rappresenta inoltre il Governo Italiano nell'IGO Square Kilometer Array Observatory (SKAO). Infine, nel settore delle Alte Energie, INAF gestisce il telescopio Cherenkov ASTRI Mini-Array a Tenerife (Spagna) ed è uno dei principali partecipanti al futuro ERIC CTAO - Cherenkov Telescope Array Observatory, con sede centrale a Bologna e telescopi situati a Paranal e La Palma.

➤ **11ED1.3: Collaborazioni da attivare**

Nel breve periodo, relativamente alle attività di progetto ASTRASud, verrà pianificata l'attivazione di una collaborazione scientifica con la fondazione Gal Hassin, proprietaria e utilizzatrice costante dei suoi telescopi, fra cui il WMT, situato sulle Madonie (in Sicilia), a 1800 m di altezza. La sinergia tra TANDEM e WMT potrebbe essere estremamente proficua: TANDEM, con la sua visione ampia e la capacità di individuare rapidamente fenomeni transitori, potrebbe fungere da "allarme precoce", segnalando eventi celesti rari, mentre il WMT, con la sua maggiore apertura e sensibilità, potrebbe poi effettuare osservazioni di follow-up più dettagliate, caratterizzando con precisione le sorgenti scoperte da TANDEM, specialmente nel monitoraggio di NEO e detriti spaziali, e nella ricerca di controparti ottiche. Questa collaborazione massimizzerebbe l'efficienza e la portata della ricerca astronomica, nonché del monitoraggio di oggetti orbitanti, combinando un'ampia copertura con un'analisi approfondita. Riguardo ad attività di Space Weather, è in fase di finalizzazione un Accordo Quadro di vertice tra INAF-INGV-Aeronautica Militare-ASI, per un'azione sinergica in questo ambito da parte di tutte le infrastrutture e le attività presenti sul territorio nazionale. In tale contesto, le attività proposte da ASTRASud saranno strategiche e cruciali, anche nelle fasi di sviluppo di modelli pre-operativi e dimostrativi per la prospettiva di servizi Space Weather nazionali. In ambito aerospazio e difesa, c'è l'intenzione di aprire nuove collaborazioni con centri di ricerca e università italiane, che hanno le competenze per svolgere simulazioni e test di laboratorio, per verificare la risposta radio e ottica, su modellini di satelliti ricostruiti fedelmente, quando questi vengono illuminati, o irradiati in laboratorio, da fonti ottiche e radio. Il confronto con i dati prodotti in laboratorio, comparati con quelli reali, permetterà di migliorare gli algoritmi e i software di simulazione, che garantiranno così una precisa conoscenza reale dell'assetto dei satelliti, che si andranno a monitorare. Analogamente, il potenziamento della strumentazione utile a svolgere le attività di astrofisica multi-messaggera, presso il Sardinia Radio Telescope, fungerà da ulteriore calamita per la comunità scientifica e tecnologica italiana ed internazionale. Ci si attende pertanto un'ulteriore notevole crescita delle collaborazioni, che sfrutteranno questo strumento, confermandone appieno il ruolo di asset fondamentale per la ricerca scientifica e per la connessa innovazione tecnologica del nostro Paese, ed in particolare per le regioni del Sud.

➤ **11ED1.4: Grado di Prossimità al mercato delle soluzioni proposte e rilevanza dell'avanzamento tecnologico e del livello di maturità tecnologica**

Le soluzioni tecnologiche, che ASTRASud propone, hanno ampie ricadute commerciali e vicine al mercato spaziale, ma anche applicazioni che si potranno utilizzare in ambito civile, medico, ecc. Per quanto riguarda le ricadute sul mercato spaziale, esiste una necessità concreta da parte degli stakeholder di utilizzare le informazioni, che saranno reperibili dai sensori di ASTRASud, a valle del loro upgrade. Gli

operatori satellitari potranno infatti utilizzare i servizi offerti dal monitoraggio di oggetti orbitanti, od osservazioni dell'attività solare, per la protezione dei propri satelliti e delle infrastrutture spaziali, aumentandone quindi la vita media in orbita e riducendo anche i costi di missione. Alcune aziende, con cui per altro si andrà a collaborare, chiedono i dati dei nostri sensori per poter testare algoritmi, per prevenire collisioni in orbita, o rientri incontrollati di oggetti di grande dimensione. In ambito medico, gli algoritmi ed i software di intelligenza artificiale, potranno essere utilizzati nelle apparecchiature da laboratorio e ambulatoriali, relativamente alla veloce diagnostica: ad esempio, tecniche di beamforming per tracciare satelliti in orbita possono essere utilizzate per mirare una parte di cervello malata, senza provocare danni nelle parti sane (es. tecnica "gamma knife"). Oltre al vantaggio di avere un trattamento preciso, si ha anche il vantaggio di non fare una incisione chirurgica. Questo renderà le tecniche mediche per interventi molto complessi sempre più sicure. Le misure di eco doppler per stimare la velocità dei satelliti è applicabile nelle ecografie: andando a migliorare il segnale ricevuto, si avranno immagini più nitide delle parti del corpo che si vogliono controllare e anche in questo caso, si otterrà un miglioramento della diagnosi. Le tecniche di monitoraggio e osservazione da remoto, che verranno applicate per il tasking dei sensori, si potranno utilizzare per interventi a distanza in chirurgia. Sempre il beamforming viene utilizzato nella telefonia cellulare, per concentrare la potenza di una stazione radio-base, verso il cellulare dell'utente, senza emettere energia su un'area vasta, riducendo i consumi e l'impatto elettromagnetico. Nelle sale per conferenze, questa tecnica invece viene usata per migliorare il riconoscimento vocale in ambienti rumorosi, focalizzando il microfono sulla voce di un interlocutore specifico. Lo sviluppo di soluzioni Hardware e Software ai fini di effettuare una rivelazione, in tempo reale, di anomalie, in una serie temporale di dati (scalari o immagini), implica l'utilizzo di algoritmi avanzati e tecniche di Machine Learning e loro implementazioni su sistemi di calcolo accelerati. Tutte queste attività, sviluppate nel contesto del Working Package dedicato alla astrofisica multimessenger, trovano applicazioni nei sistemi di sorveglianza di siti sensibili, o di ampie aree geografiche, in modo da individuare situazioni che possano richiedere attenzione e individuare risposte opportune. In particolare, gli algoritmi sviluppati per il rilevamento di fenomeni transienti (nel quadro del multimessenger) sono applicabili a un'ampia gamma di settori, tra cui finanza (sistemi antifrode), marketing, imaging medico, telerilevamento della Terra dallo spazio, esplorazione geofisica e sottomarina e sicurezza nazionale. Gli upgrade dei ricevitori ad alta frequenza e i sistemi di criogenia studiati per raggiungere temperature molto basse, hanno importanti applicazioni commerciali. I ricevitori radio ad altissima sensibilità e basso rumore, come quelli usati nei radiotelescopi, sono simili a quelli impiegati in risonanza magnetica e in altri dispositivi medici basati sull'elaborazione di segnali deboli. L'adozione di amplificatori a basso rumore (LNAs), o tecnologie cryo-cooled, può migliorare la qualità delle immagini: una migliore risoluzione significa maggiore rapporto segnale-rumore e diagnosi più accurate. Sistemi criogenici avanzati permettono la conservazione stabile di cellule staminali, campioni genetici, o vaccini. Inoltre, sempre per uso civile, possono essere migliorati i sistemi di ricezione a microonde per il 5G, o le reti radar ad alte prestazioni per il sistemi di difesa, in caso di attacco bellico. Il rilevamento di bersagli ad alta velocità, come missili balistici, droni, aerei stealth, è molto complesso, soprattutto perché i sistemi di rilevamento funzionano in ambienti con forti disturbi elettromagnetici (rumore di fondo). Quindi array di antenne, in cui si applica la tecnica del beamforming, con ricevitori a basso rumore, permetterebbero di indirizzare e focalizzare il radar perfettamente sul bersaglio, con l'effetto di una maggiore precisione nel tracciamento, tempi di reazione più rapidi e meno falsi allarmi. Questa tecnologia sarà subito pronta a valle delle attività di ASTRASud per essere quindi applicata in vari ambiti: civile, militare, medico e benessere delle persone. Ovviamente la tecnologia andrà poi adattata al tipo di utilizzo che se ne farà e questa successiva fase riguarderà e riprenderà la collaborazione industriale per la commercializzazione dei prodotti che se seguiranno. Attualmente le soluzioni tecnologiche proposte in ASTRASud per il monitoraggio dello spazio e la ricerca scientifica, sono in parte già state testate e solo da migliorare, in parte ancora da sviluppare. Quindi relativamente al livello di sviluppo tecnologico, usando la scala TRL (Technology Readiness Level), attualmente possiamo dire di essere ad un livello TRL 6 (dimostrazione in ambiente rilevante). Il progetto porterà a un livello TRL 7 (Prototipo dimostrato in ambiente operativo) e in alcuni casi a TRL 8 (Sistema completo e qualificato).

CRITERI DI PREMIALITÀ

➤ 11F1: Piano PMI:

Fornire il piano per il coinvolgimento di PMI in Proof of Concept

Proof of concept.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)

Il progetto ASTRASud propone attività di R&D ed impiegherà tecnologie, anche in sinergia con partner industriali, in settori individuati dalla Commissione Europea come Key Enabling Technologies (KETs). L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), in qualità di soggetto attuatore di ASTRASud, vanta un'esperienza consolidata e un uso continuativo delle tecnologie KETs di Micro e Nanoelettronica e dei componenti elettronici, a circuiti integrati ad alta ed altissima densità, in molteplici attività di ricerca e sviluppo. Questa competenza si estende dalla progettazione di strumentazione scientifica complessa, alla realizzazione di prototipi avanzati, per l'osservazione astronomica e spaziale. Per il progetto ASTRASud, le capacità di INAF, in questo ambito, saranno specificamente impiegate nello sviluppo, nella realizzazione e nella caratterizzazione dei ricevitori radioastronomici. Questi dispositivi elettronici ad alta sensibilità, essenziali per la misura della radiazione elettromagnetica, sfrutteranno strumenti software CAD industriali (es. Eagle, Altium, Cadence per la microelettronica; HFSS, CST, Microwave Office per i dispositivi a microonde) nelle fasi di design. La realizzazione e l'assemblaggio dei componenti richiederanno l'utilizzo di tecnologie industriali, quali: bondatrici, macchine laser e meccaniche, per la fabbricazione di schede elettroniche, nonché stazioni saldanti e forni di saldatura, per l'integrazione dei componenti. Parallelamente, lo sviluppo della parte criogenica dei ricevitori, che dovrà garantire la tenuta del vuoto spinto nei dewar, l'isolamento termico e il mantenimento di temperature criogeniche inferiori ai 20 Kelvin, richiederanno un lavoro di ricerca per la selezione dei materiali e delle tecniche di saldatura appropriate (KETs Materiali Avanzati). Il progetto farà anche uso di tecnologie per la fotonica, un'altra KET fondamentale, per lo sviluppo di collegamenti in fibra ottica ad alte prestazioni, destinati alla trasmissione di segnali a radiofrequenza (RF), ovvero per la trasmissione ottica dei segnali RF dai ricevitori dei radiotelescopi, fino ai centri di calcolo. Verranno sviluppati sistemi, con specifiche adeguate alle applicazioni previste dal progetto e dai costi inferiori rispetto ad alcune soluzioni commerciali, che riducono significativamente le perdite di attenuazione, lungo la tratta, preservando il rapporto segnale-rumore e garantendo una minore dipendenza dai fattori ambientali, grazie all'impiego di un mezzo puramente dielettrico, quale la fibra ottica per il trasporto dei segnali. Alcuni sistemi, studiati e testati in laboratorio, in collaborazione con studenti di dottorato e partner industriali, hanno già dimostrato performance promettenti. L'Intelligenza Artificiale (AI) e il Machine Learning (ML), riconosciute come KETs strategiche, saranno impiegate per gli sviluppi software volti all'identificazione in tempo reale di sorgenti transienti. Questa tecnologia, già validata su esperimenti di scala minore, per l'individuazione di anomalie in serie temporali e/o immagini collezionate da strumentazione astronomica, verrà ampiamente applicata per finalizzare l'analisi dei dati prodotti. La collaborazione su questa tematica, con partner industriali, consentirà di sviluppare e implementare algoritmi predittivi e sistemi di rilevamento autonomi per l'analisi massiva di dati. L'applicazione strategica di queste KETs in ASTRASud non solo garantirà il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi scientifici e tecnologici del progetto, ma fungerà da catalizzatore per un tangibile trasferimento di innovazione industriale.

➤ **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

Gli interventi proposti all'interno del progetto ASTRASud riguardano anche l'ambiente e la transizione digitale. La remotizzazione dei telescopi e radiotelescopi, attraverso scheduling dinamico, ridurranno la presenza di personale presso le sedi operative. Ciò significa un numero inferiore di uffici da climatizzare e una riduzione degli spostamenti, con conseguente riduzione di emissione di CO₂. Inoltre, per quanto riguarda i radar, i trasmettitori italiani hanno una ridotta potenza di emissione se li confrontiamo con i radar europei del consorzio EU-SST, almeno di 2 ordini di grandezza. Questo grazie al fatto che i radiotelescopi italiani, che ricevono gli echi radio riflessi dai satelliti, hanno una grande area di raccolta e sono quindi molto sensibili, per cui è richiesta solo una limitata potenza in trasmissione. I nuovi apparati che verranno realizzati in ASTRASud, i Data Center, le antenne di Medicina e Noto e gli uffici/laboratori in cui il personale lavora, saranno alimentati da energia verde, proveniente da sistemi fotovoltaici già predisposti nel PNRR NG-Croce. Questi impianti sono dotati anche di sistemi di accumulo a batterie, che garantiscono la continuità energetica, anche durante le prime ore notturne. In particolare, la Stazione radioastronomica di Noto è stata la prima infrastruttura INAF ad essere dotata di impianto fotovoltaico, con potenza di 80kWp e sistema di accumulo di 100kWh. Alla Stazione radioastronomica di Medicina l'impianto ha una potenza di 250kWp e batterie di accumulo da 250kWh. Possiamo affermare che nei periodi estivi, le stazioni radioastronomiche di Medicina e Noto, dal punto di vista energetico, saranno in grado di autosostenersi. A fianco dell'opportuna scelta dell'Hardware, la transizione verde deve essere tenuta in considerazione anche quando si parla di Software, che deve essere costruito in modo da minimizzare i costi energetici del suo utilizzo. I codici computazionali

che saranno sviluppati all'interno di ASTRASud si avvarranno della esperienza maturata in questi anni all'interno dell'INAF nel quadro dello sviluppo di Software Green. In particolare ciò costituisce un'ulteriore ricaduta sinergica di una attività finanziata dal PNRR, ossia quella del "Centro Nazionale ICSC (Infrastruttura Cloud e Supercalcolo) per il Calcolo HPC, i Big Data e il Quantum Computing", in cui INAF ha ricoperto e continua a ricoprire un ruolo primario sul fronte del software innovativo per le attività di tipo astronomico. In tal contesto, il Working Package 2 dello Spoke 3 di ICSC (guidato da INAF), nonché parte delle attività dello Spoke 1 di ICSC (innervato da personale INAF) si sono proprio occupati di utilizzare i più moderni approcci, inclusa l'intelligenza artificiale, ai fini di ridurre l'impatto energetico dei software utilizzati. Le azioni portate avanti nel quadro di questo progetto si inquadrano direttamente nell'obiettivo generale della remotizzazione e digitalizzazione degli apparati al servizio della comunità. In particolare, gli sviluppi hardware e software che verranno portati avanti per rispondere alle necessità immediate della comunità scientifica nel settore della astrofisica multimessenger e delle applicazioni SST e Space Weather saranno un volano di innovazione, nel mondo della sensoristica e delle Smart cities, due elementi chiave della transizione digitale. Allo stesso tempo, le tecnologie che verranno testate durante il progetto, come ad esempio gli algoritmi implementati sulle GPU, potranno essere ampiamente utilizzate anche in settori ben diversi da quello della ricerca scientifica, come ad esempio quello delle comunicazioni wireless, dell'elaborazione del segnale digitale e dell'intelligenza artificiale. L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), spinto dalle sue intrinseche e stringenti esigenze scientifiche, ha operato proattivamente nel corso degli anni per lo sviluppo e il potenziamento delle infrastrutture di rete ad alta velocità. Questa spinta deriva dalla necessità critica di gestire l'ingente volume di dati digitali, generati da osservazioni astronomiche complesse, quali quelle effettuate tramite interferometria a lunga base. In tali contesti, la capacità di trasferire, archiviare e processare grandi moli di dati in tempo reale, o quasi reale, è un elemento fondamentale. Le infrastrutture di rete impiegate nei progetti di INAF sono intrinsecamente connesse e dipendenti dalla rete del consorzio GARR che gestisce l'infrastruttura telematica nazionale dedicata alla ricerca e all'istruzione. Si prevede che gli aggiornamenti infrastrutturali implementati nell'ambito di questi progetti scientifici, come l'installazione e la messa in operatività della stazione LOFAR a Noto, fungano da catalizzatore per ulteriori e significativi miglioramenti dell'intera rete digitale. Questo significa che l'impulso derivante da tali esigenze scientifiche non si limita al solo sito di interesse, ma genera un effetto a cascata, promuovendo aggiornamenti a vari livelli.

➤ **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*
- *risultati attesi e loro impatto: le proposte saranno selezionate in base alla loro forte leadership scientifica/tecnologica/innovativa, al loro potenziale di innovazione (sia in termini di innovazione aperta/dati aperti che per sviluppi proprietari), ai loro piani di traslazione e innovazione, al supporto dell'industria come utenti, alla forza delle attività di sviluppo aziendale, alla generazione di proprietà intellettuale, a regole chiare per distinguere i piani di output e licenza aperti e protetti, alla loro capacità di sviluppare e ospitare dottorati, ai collegamenti con l'impresa o altri tipi di fondi per facilitare lo sviluppo di nuove startup, alla forza dei loro piani per presentare domanda in modo proattivo per i bandi UE, con personale dedicato a supportare la preparazione e la gestione delle sovvenzioni UE*