



ADVANCED SPACE TECHNOLOGIES AND RESEARCH ALLIANCE

Un'alleanza tra soggetti pubblici e privati che ambisce a unire la ricerca pura e le sue molteplici applicazioni per implementare tecnologie innovative nel settore dello spazio.



SPOKE



PUBLIC AFFILIATES



PRIVATE AFFILIATES



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



INDICE

1. Il progetto
2. Tre work packages complementari
3. **WP1 Advanced technologies for space industry**
 - WP1.A Crystal Eye: novel technologies for X and gamma ray observation
 - WP1.B Cryogenic systems for the LGWA pathfinder
 - WP1.C Infrared Adaptive-Optics facility at the AZT-24 telescope of Campo Imperatore
 - WP1.D Multifunctional structures for space applications
10. **WP2 Digital platforms for space industry**
 - WP2.A Automatic tuning, analysis, and optimization of systems using digital twins
 - WP2.B Trustworthiness of smart and autonomous systems
 - WP2.C Onboard SW platform for new space applications
16. **WP3 Technology transfer and impact management**
 - WP3.A Protection and valorization of intellectual property
 - WP3.B Supply chain development and spin-off creation
 - WP3.C Ensuring the ethical use of new technologies
21. Le risorse finanziarie di Astra
23. Il percorso di Astra passa per il trasferimento tecnologico
24. Dalla ricerca all'impresa, reti e convenzioni per il trasferimento tecnologico di Astra
25. La sfida di Crystal Eye ai lampi di radiazione gamma
26. L'effetto moltiplicativo di Astra e la call "Mini-Fast" dell'ESA
27. La valutazione del valore di un progetto di ricerca
28. Le pubblicazioni scientifiche nell'ambito delle attività di Astra
29. Il valore di Astra attraverso il coinvolgimento della cittadinanza
30. Il sondaggio su Astra, la lotteria e le scelte dei partecipanti
32. Prende forma lo Structural Model di Crystal Eye
33. I nuovi stati di avanzamento di Astra
34. Astra, tre anni di traguardi per garantire la continuità
35. Le pubblicazioni



Il progetto

Astra è l'acronimo di Advanced Space Technologies and Research Alliance. Il suo obiettivo è contribuire all'innovazione tecnologica nel settore spaziale, colmando la distanza tra la ricerca pura e la sua applicazione.

Vede la partecipazione di tre centri di ricerca pubblici e di due soggetti privati. I primi tre sono Gran Sasso Science Institute (Gssi, soggetto capofila), dell'Università degli Studi di Perugia e dell'Istituto nazionale di Astrofisica (Inaf). I due istituti privati partner sono la Fondazione Bruno Kessler e Thales Alenia Space SpA.

Astra rappresenta uno "spoke" (macro-progetto) di Vitality (Ecosistema Innovazione, Digitalizzazione e Sostenibilità per l'economia diffusa nel Centro Italia), percorso avviato nel 2023 e finanziato dal piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr). Vitality è composto di 10 spoke, di cui il secondo è appunto Astra.

L'obiettivo principale di Astra è sviluppare tecnologie e dispositivi che possano contribuire a colmare il divario che separa la ricerca "pura" da quella vocata più agli ambiti industriale

e commerciale, in tema di spazio. Nello specifico le attività di ricerca riguarderanno sia gli aspetti hardware che quelli software, con particolare attenzione anche al trasferimento tecnologico e all'impatto del progetto sul territorio e nel tessuto produttivo.

Questo report racconta lo stato dell'arte di Astra nei primi 24 mesi di attività. I dati nelle pagine seguenti, infatti, sono aggiornati al dicembre 2025.

Work packages

Il progetto è organizzato in tre work packages, composti da vari task. Ogni task prevede delle milestone e degli outputs.



WP1 **Advanced technologies for Space industry**

4 **Task**

DURATA	AVVIO	TERMINE	RISORSE DISPONIBILI	PERSONALE STRUTTURATO	RICERCATORI RECLUTATI
35 mesi	Gennaio 2023	Dicembre 2025	5.318.922,74 €	60	5
STATO		PROSSIMA SCADENZA PREVISTA			
IN STATO DI COMPLETAMENTO		Preliminary engineering study of LGWA Soundcheck (Dicembre 2025)			



WP2 **Digital platforms for Space industry**

3 **Task**

DURATA	AVVIO	TERMINE	RISORSE DISPONIBILI	PERSONALE STRUTTURATO	RICERCATORI RECLUTATI
35 mesi	Gennaio 2023	Dicembre 2025	3.117.822,01 €	74	3
STATO		PROSSIMA SCADENZA PREVISTA			
IN STATO DI COMPLETAMENTO		Final version of V&V techniques for smart systems, final version of AI software for space, and final validation with the Crystal Eye satellite (Dicembre 2025)			



WP3 **Technology Transfer and Impact Management**

3 **Task**

DURATA	AVVIO	TERMINE	RISORSE DISPONIBILI	PERSONALE STRUTTURATO	RICERCATORI RECLUTATI
35 mesi	Gennaio 2023	Dicembre 2025	864.837,50 €	31	3
STATO		PROSSIMA SCADENZA PREVISTA			
IN STATO DI COMPLETAMENTO		Landscape Analysis (Dicembre 2025)			

WP1

Advanced technologies for space industry

Nell'ambito di questo WP1, si svilupperanno tecnologie innovative di grande interesse per l'industria spaziale, coprendo sia innovazioni nelle tecnologie di payload sia nelle piattaforme satellitari, colmando il divario che separa la ricerca pura ("guidata dalla curiosità") dall'applicazione industriale e commerciale delle nuove tecnologie.

Saranno realizzati sensori innovativi per osservazioni spaziali in diverse bande di frequenza, che spaziano dai raggi X e gamma fino all'ultravioletto e al visibile, portando la loro qualificazione spaziale al massimo livello.

Saranno sviluppate soluzioni innovative per le piattaforme Cubesat con l'obiettivo di integrare le funzionalità di payload e piattaforma, considerando la struttura meccanica come parte integrante del payload/piattaforma che serve scopi aggiuntivi oltre all'integrità strutturale. Le attività del WP1 permetteranno di formare e attrarre risorse umane dall'industria e dagli istituti di ricerca, che acquisiranno competenze di progettazione, innovazione, gestione e leadership, in un contesto inter-

nazionale, flessibile e aperto alla contaminazione tra diversi background, culture, tecnologie e competenze.

La sostenibilità a lungo termine sarà garantita dal fatto che il settore spaziale sta ripensando la catena di approvvigionamento, soprattutto quando è coinvolto un basso TRL, il che richiede di aprire e rendere accessibile la catena di approvvigionamento a nuovi partner, in particolare nel settore della ricerca avanzata, dove vengono tipicamente sviluppate soluzioni tecnologiche innovative.

Per permettere l'accesso al settore spaziale ai centri di ricerca e alle industrie, TAS-I, un affiliato di questo polo, ha deciso che la loro nuova fabbrica AIT per satelliti in sviluppo includerà un'area aperta a quei soggetti (compresi le PMI) che non dispongono ancora di strutture come camere pulite, ambienti e macchine di test. Si dovrebbe sottolineare che queste strutture dispongono al loro interno di risorse umane competenti non solo per farle funzionare, ma anche per assistere e guidare eventuali ospiti.

DURATA	AVVIO	TERMINE	PERSONALE STRUTTURATO	RICERCATORI RECLUTATI	STATO
35 mesi	Gennaio 2023	Dicembre 2025	60	5	● IN STATO DI COMPLETAMENTO

PROSSIMA SCADENZA PREVISTA

Preliminary engineering study of LGWA Soundcheck (Dicembre 2025)

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

5,3 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	1.821.690,66 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	500.000,00 €
Attrezzature	2.723.978,49 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	273.253,59 €

Task

4

Il work package si compone dei task in elenco.

Task	Scadenza prevista
WP1.A Crystal Eye: novel technologies for X and gamma ray observation ● IN STATO DI COMPLETAMENTO	12/2025
WP1.B Cryogenic systems for the LGWA pathfinder ● IN STATO DI COMPLETAMENTO	12/2025
WP1.C Infrared Adaptive-Optics facility at the AZT-24 telescope of Campo Imperatore ● COMPLETATO	12/2024
WP1.D Multifunctional structures for space applications ● IN STATO DI COMPLETAMENTO	12/2025

Impatti previsti

- Sviluppo di nuove tecnologie e prototipi
- Risorse umane provenienti da industrie e istituti di ricerca formate sul campo attraverso progetti congiunti
- Attrazione di risorse umane altamente qualificate e studenti di dottorato, specialmente da altri paesi dell’UE e non UE
- Coinvolgimento di industrie delle catene di approvvigionamento e PMI nelle attività del WP

Crystal Eye: novel technologies for X and gamma ray observation

Crystal Eye (CE) è un innovativo rilevatore spaziale emisferico per raggi X e gamma basato sull'uso di cristalli LYSO letti da Moltiplicatori di Fotoni al Silicio (SiPM). Il progetto CE avrà un forte impatto sulla progettazione delle future missioni spaziali.

Il design pionieristico del CE è infatti possibile grazie all'uso di nuovi materiali (LYSO, windform), sensori (Moltiplicatore di Foto Silicio, SiPM) e tecnologie di piattaforma (manifattura additiva, moderni SoC).

Sono attesi importanti risultati tecnologici da entrambi i lati dello sviluppo di nuovi sensori, in termini di maggiore resistenza alle radiazioni e innovazioni della piattaforma. Nel contesto di questo compito, verranno realizzati nuovi laboratori per lo sviluppo e l'assemblaggio di payload scientifici nei complessi GSSI e GSSI-LNGS.

TERMINE PREVISTO

STATO

Dicembre 2025

● IN STATO DI COMPLETAMENTO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

4,1 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	1.056.853,70 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	500.000,00 €
Attrezzature	2.355.340,50 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	158.528,05 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Electronics and mechanical optimization	Definizione dei requisiti, progettazione e ottimizzazione degli allestimenti meccanici ed elettronici dello strumento Crystal Eye. Preparazione del progetto esecutivo del payload Crystal Eye.	GSSI, FBK, TAS-I	Agosto 2023	● COMPLETATO
Testing and assembly laboratory completion	La prima fase delle attività è iniziata con la definizione e la progettazione dei laboratori per lo sviluppo e l'assemblaggio del payload scientifico. La localizzazione prevista è nel complesso dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN (Assergi, L'Aquila).	GSSI	Dicembre 2023	● COMPLETATO
CE payload qualification model realization and test	Attraverso diversi bandi e attività interne, verranno realizzati tre modelli del payload Crystal Eye (modello strutturale, modello di qualificazione e modello di volo). Test ingegneristici dei modelli e qualificazione spaziale del payload.	GSSI, FBK, TAS-I	Giugno 2025	● IN CORSO
In-lab payload delivery	Test finali sul modello di volo del payload Crystal Eye, consegna in laboratorio dell'assemblaggio completo.	GSSI, FBK, TAS-I	Dicembre 2025	● IN CORSO

Outputs

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Satellite Payload		GSSI, FBK, TAS-I		
Task final report		GSSI		

WP1.B Cryogenic systems for the LGWA pathfinder

L'Antenna Gravitazionale Lunare (LGWA) è stata recentemente proposta per misurare le vibrazioni superficiali indotte dal passaggio di onde gravitazionali provenienti da fonti astrofisiche e cosmologiche

Sono in sviluppo sensori inerziali con precisione da sub-picometro a femtometro nella banda dei decihertz. È necessario un emulatore dell'ambiente sismico e termico per testare e operare questi sensori sulla Terra come parte di un requisito TRL6.

Basandoci su un impianto di ricerca presso l'INFN-LNGS per lo sviluppo di un sistema di isolamento sismico, proponiamo di potenziare l'impianto con un sistema criogenico per emulare la temperatura ambiente <40K di una regione lunare permanentemente in ombra. Inoltre, proponiamo di realizzare uno studio ingegneristico preliminare della LGWA e della sua missione precursor "LGWA Soundcheck".

TERMINE PREVISTO STATO

Dicembre 2025

● IN STATO DI COMPLETAMENTO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

4,1 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	234.000,00 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	0,00 €
Attrezzature	148.637,99 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	35.100,00 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Cryogenic system production	La prima fase delle attività è iniziata con la definizione dei requisiti, la progettazione e l'ottimizzazione del sistema criogenico. La fase successiva sarà dedicata al progetto esecutivo del criostato. Nella fase finale, il criostato sarà prodotto attraverso gare esterne e attività interne.	GSSI	Dicembre 2023	● IN STATO DI COMPLETAMENTO

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Cryogenic facility commissioning	Messa in servizio dell'infrastruttura completa del sistema criogenico.	GSSI	Dicembre 2024	IN STATO DI COMPLETAMENTO
Preliminary engineering study of LGWA Soundcheck	Test ingegneristici dell'impianto criogenico e studio delle capacità del sistema.	GSSI	Dicembre 2025	IN CORSO

Outputs

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Engineering study		GSSI		
Task final report		GSSI		

WP1.C Infrared Adaptive-Optics facility at the AZT-24 telescope of Campo Imperatore

Il work package mira a sfruttare le straordinarie capacità osservative dell'Osservatorio di Campo Imperatore (AQ) acquisendo un nuovo impianto di ottica adattiva infrarossa da montare sul telescopio AZT-24 e capace di affrontare le sfide astrofisiche

previste nei prossimi decenni nei campi dell'Astronomia Multi-messaggero, Supernove e Cosmologia, Evoluzione Stellare e Sistemi Planetari Abitabili.

TERMINE PREVISTO	STATO
Dicembre 2024	COMPLETATO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

0,6 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	287.250,00 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	0,00 €
Attrezzature	220.000,00 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	43.087,50 €
Costi indiretti	43.087,50 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Realization of the executive project for the IR optics system	Definizione dei requisiti, progettazione e progetto esecutivo del sistema di ottica IR.	INAF	Agosto 2023	● COMPLETATO
Adaptive optics acquisition	Attraverso diversi bandi e attività interne verrà acquisito il sistema di ottica adattiva.	INAF	Giugno 2024	● COMPLETATO
New IR telescope facility commissioning	Messa in servizio e test ingegneristici del nuovo impianto del telescopio IR.	INAF	Dicembre 2024	● IN CORSO

Outputs

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
IR telescope facility		INAF		
Task final report		GSSI, INAF		

WP1.D

Multifunctional structures for space applications

Il task sarà dedicato allo studio di soluzioni innovative per strutture multifunzionali per piattaforme cubesat e piccoli payload (< 20 Kg), come l'analizzatore di particelle penetranti (PAN), attualmente sviluppato con soluzioni standard.

Il design meccanico per applicazioni spaziali fornisce tradizionalmente supporto strutturale al payload/piattaforma con

particolare attenzione alla scelta dei materiali e della geometria per soddisfare i rigorosi requisiti su masse/volumi.

L'obiettivo di questa attività è andare oltre nella progettazione e produzione di strutture di supporto, considerando la struttura meccanica come parte integrante del payload/piattaforma che serve scopi aggiuntivi oltre all'integrità strutturale.

TERMINE PREVISTO	STATO
Dicembre 2025	● IN STATO DI COMPLETAMENTO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie	0,3 mln di euro
Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	243.586,96 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	0,00 €
Attrezzature	0,00 €
Fabbricati terreni	0,00 €

Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	36.538,04 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Design	Definizione dei requisiti di progettazione e traduzione dei modelli matematici in simulazioni numeriche. Analisi e ottimizzazione dei parametri di progettazione, scelta e caratterizzazione di materiali e processi, selezione dei componenti.	UNIPG	Dicembre 2024	● IN STATO DI COMPLETAMENTO
Prototype	Test a livello di componente, ottimizzazione del design attraverso un'analisi funzionale del breadboard in un ambiente di laboratorio. Produzione di un prototipo completo, caratterizzazione e test del prototipo in un ambiente rilevante sotto possibili condizioni operative (carichi meccanici e termici associati al lancio e in orbita).	UNIPG	Dicembre 2025	● IN STATO DI COMPLETAMENTO

Outputs

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Prototype		UNIPG		
Task final report		GSSI, UNIPG		



WP2

Digital platforms for space industry

WP2 mira alla realizzazione di piattaforme digitali condivise per supportare l'innovazione negli istituti di ricerca e nelle catene di approvvigionamento industriali operanti nel settore spaziale.

Come già anticipato nel settore automobilistico, la fabbrica del futuro sarà abilitata digitalmente, dalle prime fasi dell'ingegneria alla produzione, e beneficerà di una continuità digitale tra i vari elementi della catena di approvvigionamento. Tutte le attrezzature di produzione saranno connesse a un sistema centralizzato per l'archiviazione e la gestione dei dati. L'elaborazione in tempo reale di questi dati permetterà il monitoraggio del processo produttivo secondo la logica del Digital Twin.

La virtualizzazione e la modellizzazione dei processi produttivi consentiranno un'ottimizzazione della pianificazione, riducendo i tempi di attesa e le scorte necessarie nelle varie fasi. WP2 implementerà questo nuovo paradigma e includerà uno studio di caso collegato allo sviluppo del satellite Crystal Eye trattato in WP1, consentendo allo sviluppo scientifico del satellite di essere pienamente compatibile con i nuovi approcci dell'industria dei satelliti definiti dal software. Nel satellite Crystal Eye, puntiamo all'utilizzo di tecniche di intelligenza artificiale nel software di bordo.

Pertanto, WP2 indagherà anche nuove tecniche per garantire l'affidabilità di sistemi intelligenti e autonomi per assicurare che il comportamento di questi sistemi non violi i requisiti di sicurezza e raggiunga la qualità prevista. Il problema dell'affidabilità è aggravato dall'adozione di tecniche di intelligenza artificiale.

L'uso di tecniche di intelligenza artificiale nel software di bordo richiede anche di indagare un'architettura software innovativa e una piattaforma software che abiliti l'uso dell'IA a bordo e, in generale, risponda alle esigenze delle nuove applicazioni spaziali. WP2 è strutturato in tre compiti che coprono la digitalizzazione del processo produttivo, la piattaforma SW di bordo, e l'affidabilità e l'esplicabilità delle applicazioni di IA, e la piattaforma SW di bordo.

Per garantire una sostenibilità a lungo termine, TAS-Italia collegherà i propri laboratori R&D con quelli utilizzati dalle attività del polo, integrando strumenti e processi, e potenzialmente portando alla creazione effettiva di un Open Concurrent Engineering Facility disponibile anche per le PMI.

DURATA	AVVIO	TERMINE	PERSONALE STRUTTURATO	RICERCATORI RECLUTATI	STATO
35 mesi	Gennaio 2023	Dicembre 2025	76	3	IN STATO DI COMPLETAMENTO
PROSSIMA SCADENZA PREVISTA					
Initial validation of the V&V techniques on the Crystal Eye satellite (Dicembre 2024)					

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

3,1 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	1.679.826,52 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	500.000,00 €
Attrezzature	686.021,51 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	251.973,98 €

Task 3

Il work package si compone dei task in elenco.

Task	Scadenza prevista
WP2.A Automatic tuning, analysis, and optimization of systems using digital twins ● COMPLETATO	12/2025
WP2.B Trustworthiness of smart and autonomous system ● IN STATO DI COMPLETAMENTO	12/2025
WP2.C Onboard SW platform for New Space Applications ● IN STATO DI COMPLETAMENTO	12/2025

Impatti previsti

- Sviluppo di nuovi strumenti, tecniche, software e piattaforme
- Risorse umane provenienti da industrie e istituti di ricerca formate sul lavoro attraverso progetti congiunti
- Attrazione di risorse umane altamente qualificate e studenti di dottorato, specialmente da altri paesi dell'UE e non UE

WP2.A Automatic tuning, analysis, and optimization of systems using digital twins

Il task mira a realizzare un'infrastruttura integrata, end-to-end, per la digitalizzazione e virtualizzazione del ciclo di vita operativo di uno o più dispositivi utilizzati nell'industria spaziale, inclusi metodologie e strumenti allocati al processo di produzione della piattaforma software di bordo.

Attraverso la realizzazione di gemelli digitali, si possono raggiungere diversi obiettivi come la manutenzione predittiva, la valutazione del rischio virtuale e i processi di formazione sia per i team di produzione che operativi. Inoltre, questa infrastruttura digitale può semplificare l'accesso alla produzione spaziale per nuovi attori rimuovendo le barriere attuali legate

a strutture costose (acquisizione, manutenzione e know-how) e alla complessità del processo di assicurazione della qualità.

Il gemello digitale potrebbe essere condiviso o concesso in licenza per l'uso a nuovi partner che in questo modo sono facilmente introdotti ai processi dell'industria del software spaziale. Inoltre, un'infrastruttura di virtualizzazione digitale che comprende un simulatore di piattaforma, permette di separare il processo di produzione del software dalla produzione hardware, anticipando, all'interno della pianificazione complessiva della piattaforma, possibili problemi di integrazione hardware-software.

TERMINE PREVISTO

STATO

Dicembre 2025

● COMPLETATO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

1,9 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	580.239,78 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	500.000,00 €
Attrezzature	686.021,51 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	87.035,97 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Digital process Preliminary design review	Identificazione dello sviluppo, hardware e software necessari per realizzare il gemello digitale per l'architettura/componente specifico della navicella spaziale.	GSSI, TAS-I	Marzo 2023	● COMPLETATO
Digital Twins first prototype	Prototipo della catena di processi e strumenti per il Digital Twin con impianto preliminare di Validazione e Test.	GSSI, TAS-I	Settembre 2023	● COMPLETATO
Digital Twin V1	Processo Digital Twin e catena di strumenti versione 1, inclusa l'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale e machine learning per la regolazione automatica dei sistemi.	GSSI, TAS-I	Giugno 2024	● COMPLETATO
Digital Twin V2	Processo Digital Twin e catena di strumenti versione 2, inclusa l'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale e machine learning per la regolazione automatica e l'ottimizzazione di sistemi personalizzabili.	GSSI, TAS-I	Giugno 2025	● COMPLETATO
Digital Twin end of Validation	Il digital twin è validato con il caso reale di studio.	GSSI, TAS-I	Dicembre 2025	● COMPLETATO

Trustworthiness of smart and autonomous systems

Per essere utilizzati nella vita quotidiana, i sistemi intelligenti e autonomi devono essere affidabili. Oltre a garantire la qualità, in molti ambiti applicativi i sistemi intelligenti e autonomi devono aderire alla certificazione delle proprietà del software. I sistemi spaziali hanno requisiti di affidabilità e resilienza estremamente esigenti.

L'introduzione delle tecnologie di Machine Learning e Intelligenza Artificiale tra le applicazioni software di bordo conferirà ancora maggiore importanza ai requisiti di affidabilità e resilienza. La potenza computazionale aggiuntiva fornita dai nuovi processori spaziali, eventualmente combinata con coprocessori dedicati, permetterà di offrire servizi aggiuntivi

a bordo per migliorare l'autonomia della navicella spaziale e l'affidabilità e la resilienza del sistema seguendo un approccio di manutenzione predittiva e sfruttando le tecniche di V&V (Verifica e Validazione).

Un obiettivo specifico di questo compito è l'integrazione senza soluzione di continuità delle pratiche correnti di sviluppo del software dei sistemi autonomi con flussi di verifica precisi per raggiungere l'affidabilità. Esempi di tecniche che prevediamo di investigare includono tecniche di analisi statica, approcci basati su modelli e (semi)automatici alla verifica del software, test del software sia in produzione che sul campo.

TERMINE PREVISTO

STATO

Dicembre 2025

● IN STATO DI COMPLETAMENTO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

0,7 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	579.418,04 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	0,00 €
Attrezzature	0,00 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	86.912,71 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Requirements of V&V techniques and of AI techniques for space	Identificazione dei requisiti sia delle tecniche di V&V (Verifica e Validazione) per sistemi intelligenti e autonomi, sia delle tecniche di intelligenza artificiale per lo spazio (considerando anche l'architettura hardware specifica del caso d'uso).	GSSI, FBK, TAS-I	Giugno 2023	● COMPLETATO
AI for space design review	Principali decisioni di progettazione per il software AI per lo spazio. Faremo riferimento specificamente al satellite Crystal Eye.	GSSI, FBK, TAS-I	Dicembre 2023	● COMPLETATO
First version of V&V techniques for smart systems and prototype of AI software for space	Prima versione delle tecniche di V&V per sistemi intelligenti e autonomi e loro specializzazione per le tecniche di intelligenza artificiale per lo spazio. Consegna del primo prototipo funzionante di software AI per lo spazio.	GSSI, FBK, TAS-I	Giugno 2024	● COMPLETATO

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Initial validation of the V&V techniques on the Crystal Eye satellite	Validazione iniziale delle tecniche di V&V per sistemi intelligenti e autonomi con l'esempio rappresentativo del satellite Crystal Eye.	GSSI, FBK, TAS-I	Dicembre 2024	● COMPLETATO
Final version of V&V techniques for smart systems, final version of AI software for space, and final validation with the Crystal Eye satellite	Versione finale delle tecniche di V&V per sistemi intelligenti e autonomi e la loro validazione iniziale con esempi industriali. Versione finale del software AI per lo spazio. Validazione finale con il caso d'uso del satellite Crystal Eye.	GSSI, FBK, TAS-I	Dicembre 2025	● IN STATO DI COMPLETAMENTO

WP2.C Onboard SW platform for new space applications

Questa attività mira a sviluppare innovative architetture software, con tecnologie software rilevanti, che vanno oltre il concetto attuale di elaborazione disgiunta piattaforma e payload, convergendo in una singola piattaforma software per le Applicazioni Spaziali Nuove.

La piattaforma software ricercata si basa su un concetto di calcolo ibrido e parallelo, incorporando paradigmi di concentratori di file system software e memorie come quelli utilizzati nei centri dati terrestri. Per l'elaborazione ci saranno IP scalari, vettoriali e acceleratori derivati da logiche programmabili.

Questa griglia di calcolo basata su HW COTS sarà orchestrata con sistemi basati su standard open source (come Open MP - Open CL) per massimizzare l'efficienza nell'allocazione di calcolo per risorse IP e memorie. L'idea è quella di sviluppare un

framework in orbita con tecnologie DevSecOps che consenta lo sviluppo, il test e il rilascio di SOFTWARE DI VOLO anche quando la piattaforma software è in orbita.

I motori del framework saranno progettati per ospitare acceleratori per l'intelligenza artificiale, in grado di raggiungere un livello molto elevato di autonomia a bordo, integrando le più moderne librerie di intelligenza artificiale sviluppate sul mercato dello spazio (come TensorFlow, Klepsydra, ecc.).

Questa tecnologia consentirà manovre di intelligenza artificiale, riconfigurazioni di intelligenza artificiale e diagnostica basata su intelligenza artificiale a bordo, con un operatore virtuale di intelligenza artificiale che limiterà i costi di gestione del software complesso dalle stazioni terrestri.

TERMINE PREVISTO	STATO
Dicembre 2025	● IN STATO DI COMPLETAMENTO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie	0,6 mln di euro
Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	520.168,70 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	0,00 €
Attrezzature	0,00 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	78.025,30 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Critical design review	Revisione critica del design del nuovo approccio software OnBoard.	GSSI, TAS-I	Giugno 2023	● IN STATO DI COMPLETAMENTO
Procurement of commercial HW and SW	Tutto l'equipaggiamento commerciale richiesto sarà disponibile entro questa milestone.	GSSI, TAS-I	Ottobre 2023	● IN CORSO
Integration and Test Readiness review	Il focus di questa revisione è validare l'approccio di integrazione e test.	GSSI, TAS-I	Giugno 2025	● IN CORSO
Final testing and qualification	Revisione finale di validazione.	GSSI, TAS-I	Dicembre 2025	● IN CORSO



WP3

Technology transfer and impact management

Questo work package implementerà un approccio innovativo al trasferimento tecnologico per le attività del polo. Grazie alla creazione di un Centro per il Trasferimento Tecnologico Etico e la Gestione dell’Impatto, che sfrutterà l’esperienza degli affiliati del polo, la protezione e la valorizzazione dei risultati saranno gestite fin dalle prime fasi della R&D insieme a una valutazione della sostenibilità economica, sociale e ambientale a valle.

La collaborazione tra istituti di ricerca e industrie sarà rafforzata attraverso una rete di innovazione che collega i portatori di interesse dell’ecosistema innovativo. Al fine di massimizzare l’impatto, verranno allocate risorse specifiche per rafforzare la capacità delle catene di approvvigionamento (specialmente le PMI) di incorporare e commercializzare innovazioni, grazie a compiti di accelerazione e creazione di spin-off.

DURATA	AVVIO	TERMINE	PERSONALE STRUTTURATO	RICERCATORI RECLUTATI	STATO
35 mesi	Gennaio 2023	Dicembre 2025	31	3	● IN STATO DI COMPLETAMENTO
PROSSIMA SCADENZA PREVISTA					
IP protection (Dicembre 2024)					

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

0,9 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	317.250,00 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	500.000,00 €
Attrezzature	0,00 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	47.587,50 €

Task 3

Il work package si compone dei task in elenco.

Task	Scadenza prevista
WP3.A Protection and Valorization of Intellectual Property IN CORSO	12/2024
WP3.B Supply chain development and spin- off creation IN CORSO	12/2025
WP3.C Ensuring the ethical use of new technologies IN CORSO	12/2025

Impatti previsti

- Rafforzamento della collaborazione tra istituti di ricerca e industrie
- Sfruttamento dei risultati della R&D
- Rafforzamento della catena di approvvigionamento
- Garantire la sostenibilità economica, sociale e ambientale delle nuove tecnologie, anche grazie all’inclusione di clausole specifiche negli accordi di sfruttamento

WP3.A Protection and valorization of intellectual property

This task will provide scouting, evaluation and protection of all the intellectual property developed as part of R&D projects of the Spoke. Additionally, it will provide consulting and legal services aimed at the valorization of IP through licensing and collaborative agreements. To this end, the spoke will hire highly qualified staff, which will be supported by academic and professional resources of Spoke affiliates (GSSI, FBK, TASI) and the know-how from their respective networks. The GSSI,

for instance, is part of JoTTo (the Joint Technology Transfer Office of Scuola Normale of Pisa, Scuola Sant’Anna of Pisa, IMT of Lucca, IUSS of Pavia, SISSA of Trieste, GSSI) whose skills in the transfer and exploitation of research results could be leveraged. In order to ensure long term sustainability of these activities, the above services can potentially be extended to companies and SMEs within the extended industrial supply chains.

TERMINE PREVISTO	STATO
Dicembre 2024	IN CORSO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie	0,5 mln di euro
Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	36.000,00 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	500.000,00 €
Attrezzature	0,00 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	5.400,00 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Initial Agreements	Predisposizione di accordi di non divulgazione e accordi collaborativi all'interno dello Spoke.	GSSI	Marzo 2023	● COMPLETATO
Preliminary survey	Indagine preliminare sulla potenziale proprietà intellettuale.	GSSI, FBK, TAS-I	Dicembre 2023	● COMPLETATO
IP protection	Completamento della presentazione di tutti i brevetti e delle registrazioni per i risultati delle attività dello Spoke.	GSSI	Dicembre 2024	● IN CORSO
Exploitation	Firma di accordi di sfruttamento e licenza.	GSSI, FBK		● IN CORSO

Outputs

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Patents and registrations	Patents and registrations filed.			
Exploitation agreements and licensing	Exploitation agreements and licensing signed.			

WP3.B

Supply chain development and spin- off creation

Questa attività supporterà e completerà le collaborazioni tra istituti di ricerca e industrie che avranno luogo all'interno dei WP di R&D al fine di massimizzare lo sfruttamento del trasferimento tecnologico e lo sviluppo delle catene di approvvigionamento industriali.

L'attività inizia con la definizione del panorama delle catene di approvvigionamento legate alle attività dello Spoke al fine di organizzare collaborazioni nei progetti di R&S e formazione sul lavoro all'interno dell'ecosistema. Inoltre, le PMI interessate alle attività dello Spoke saranno selezionate apertamente per ricevere servizi di accelerazione su misura, inclusa la ricerca di finanziamenti e investitori.

Infine, lo Spoke faciliterà l'incorporazione e l'istituzione di spin-off dai membri dello Spoke, al fine di sfruttare direttamente la proprietà intellettuale e know-how. Lo Spoke fornirà questi servizi attraverso personale altamente qualificato assunto a questo scopo, supportato dalle risorse accademiche e professionali dei membri dello Spoke (GSSI, FBK, TASI) e dal know-how delle rispettive reti.

Parte dei servizi di accelerazione (ad esempio, internazionalizzazione, imprenditorialità, ecc.) sarà esternalizzata attraverso appalti esterni a acceleratori esterni altamente qualificati, selezionati sulla base dell'eccellenza internazionale e delle capacità locali.

TERMINE PREVISTO	STATO
Dicembre 2025	● IN CORSO

Soggetti che partecipano alle attività

G

S

S

I

GRAN SASSO
SCIENCE INSTITUTE
SCHOOL OF ADVANCED STUDIES
Scuola Universitaria Superiore

FBK

FONDAZIONE
BRUNO KESSLER

ThalesAlenia

a Thales / Leonardo company
Space

Risorse finanziarie

0,1 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	117.000,00 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	0,00 €
Attrezzature	0,00 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	17.550,00 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Staffing	Completamento dell'assunzione di un esperto di finanziamenti e di un promotore dell'innovazione per supportare l'attività 4.b.	GSSI	Marzo 2025	IN STATO DI COMPLETAMENTO
Landscape Analysis	Completamento dell'analisi del panorama delle catene di approvvigionamento e identificazione delle fonti di finanziamento.	GSSI, FBK, TAS-I	Dicembre 2025	IN CORSO
Innovation Network	Formalizzazione della rete di innovazione (inclusi PMI, fornitori di servizi di accelerazione di terze parti, Fondi di Venture Capital, ecc.) e inizio delle attività di accelerazione.	GSSI	Dicembre 2025	IN CORSO
Spin-off incorporation	Incorporazione dello spin-off.	GSSI, FBK	Dicembre 2025	ANNULLATO
SMEs graduation	Completamento dei programmi di accelerazione.	GSSI, FBK	Dicembre 2025	ANNULLATO

Outputs

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Innovation network	Establishment of Innovation Network.			
Spin-off creation	Spin-off incorporation.			

WP3.C

Ensuring the ethical use of new technologies

Lo Spoke, anche grazie alle competenze specifiche dell'area di Studi Sociali del GSSI e alle sue collaborazioni esistenti, come quella con la Fondazione Openpolis, valuterà e monitorerà l'impatto sociale e ambientale delle nuove tecnologie sviluppate

I diritti di proprietà intellettuale derivanti dalle attività di sviluppo tecnologico dello Spoke verranno quindi sfruttati mentre si massimizza la sostenibilità sociale e ambientale,

attraverso licenze che richiedono applicazioni etiche.

Questa attività includerà la valutazione ex-ante dell'impatto dei singoli progetti di sviluppo tecnologico, la raccolta e l'analisi dei KPI, l'identificazione di azioni migliorative e strategie per le attività progettuali e la valorizzazione dei risultati, la diffusione delle migliori pratiche attraverso pubblicazioni e seminari.

TERMINE PREVISTO	STATO
Dicembre 2025	IN CORSO

Soggetti che partecipano alle attività



Risorse finanziarie

0,2 mln di euro

Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	164.250,00 €
Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	0,00 €
Attrezzature	0,00 €
Fabbricati terreni	0,00 €
Bandi aziende	0,00 €
Consulenze	0,00 €
Costi indiretti	24.637,50 €

Milestones

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
Intended Impact	Definizione dell'Impatto economico, sociale e ambientale previsto e individuazione dei KPI per ciascun progetto di sviluppo tecnologico.	GSSI, FBK	Dicembre 2025	IN CORSO
Dissemination Workshops	Organizzazione di workshop rivolti sia al settore pubblico che a quello privato per diffondere le migliori pratiche e le tecniche per la valutazione e gestione dell'impatto.	GSSI, FBK	Dicembre 2025	IN CORSO
Interim report	Condivisione con ciascun responsabile del progetto di un rapporto provvisorio sulla traiettoria e la previsione dell'impatto, identificando possibili azioni migliorative da implementare nei successivi 12 mesi.	GSSI	Dicembre 2025	IN CORSO
Final report	Pubblicazione di uno studio di caso sull'impatto economico, sociale e ambientale di ciascun progetto di sviluppo tecnologico.	GSSI	Dicembre 2025	DA AVVIARE

Outputs

Titolo	Descrizione/obiettivi	Soggetti	Mese previsto per il completamento	Stato
SMEs accelerated	Completion of acceleration program by SMEs.			
Impact case studies	Publication of a case studies.			

Le risorse finanziarie

Qui puoi trovare tutte le informazioni sul finanziamento del progetto, seguendo il progressivo trasferimento dei fondi e l’allocazione delle risorse in base al loro utilizzo e ai soggetti partner di Astra.

10,4 mln di euro

>>

10,4 mln di euro

Costo totale del progetto

Finora trasferiti al progetto

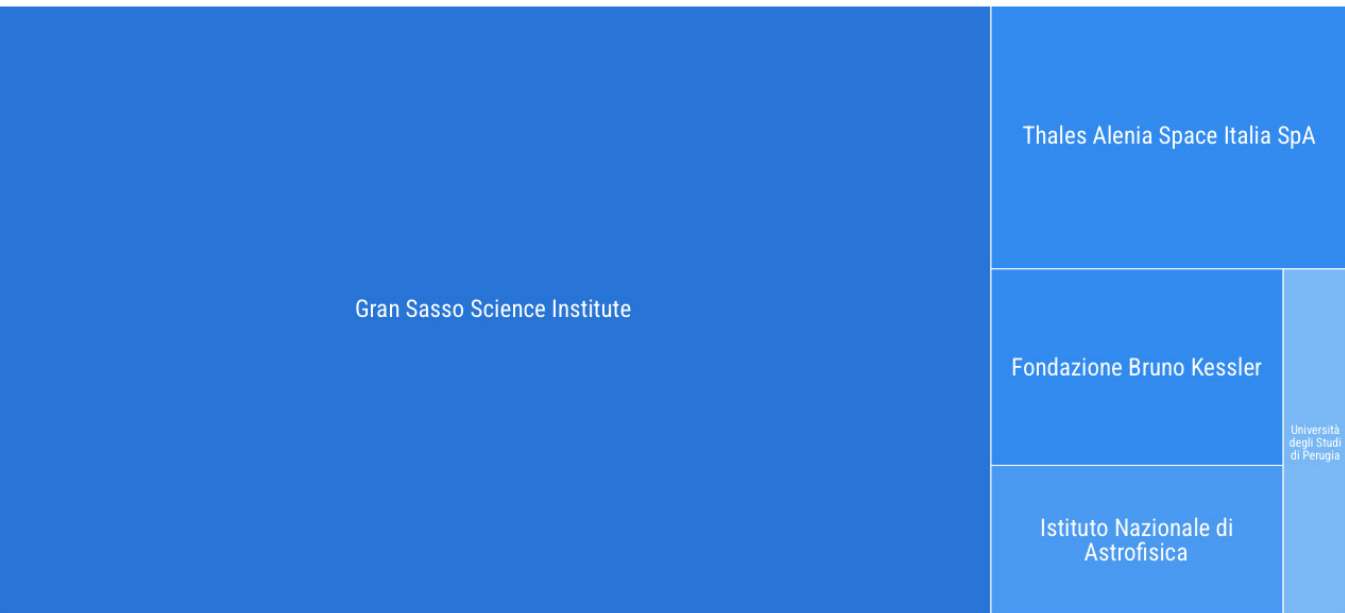
Risorse suddivise per voci di utilizzo

Qui puoi trovare tutte le informazioni sul finanziamento del progetto, seguendo il progressivo trasferimento dei fondi e l’allocazione delle risorse in base al loro utilizzo e ai soggetti partner di Astra.



Ripartizione per soggetti

Astra vede la partecipazione di cinque istituzioni di natura pubblica e privata, provenienti dal mondo della ricerca e dall’industria. Qui puoi vedere come le risorse finanziarie sono state suddivise tra i soggetti dell’alleanza.



La ripartizione delle risorse gestite da ogni partner

La tabella mostra come sono state distribuite nel dettaglio le risorse da ogni singolo soggetto dell'alleanza.

	Docenti e ricercatori coinvolti nelle attività di progetto (massa critica)	Bandi per ricercatori, post doc e tecnologi	Attrezzature	Fabbricati terreni	Bandi aziende	Consulenze	Gestionali e amministrativi	Altri costi	Costi indiretti
Gran Sasso Science Institute	1.630.125,00 €	1.500.000,00 €	3.190.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	163.012,50 €	903.248,55 €	244.518,75 €
Università degli Studi di Perugia	243.586,96 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0 €	0 €	36.538,04 €
Istituto Nazionale di Astrofisica	287.250,00 €	0,00 €	220.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0 €	0 €	43.087,50 €
Fondazione Bruno Kessler	623.728,70 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0 €	0 €	93.559,30 €
Thales Alenia Space Italia SpA	1.034.076,52 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0 €	0 €	155.111,48 €
Totale	3.818.767,18 €	1.500.000,00 €	3.410.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	163.012,50 €	903.248,55 €	572.815,07 €



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



Il percorso di Astra passa per il trasferimento tecnologico

Nel racconto delle attività di Astra ci siamo soffermati finora su panoramiche inerenti due work packages del progetto: il primo, incentrato sulle tecnologie hardware, e il secondo, più orientato al software.

C'è un **terzo work package (WP3)**, importante quanto i primi due: si chiama *Technology Transfer and Impact Management*, l'insieme delle strategie finalizzate a gestire il trasferimento tecnologico e l'impatto di Astra sulla filiera spaziale e sul territorio.

All'interno del progetto il WP3 è finanziato per 900mila euro, utilizzati principalmente per garantire un'adeguata professionalità di figure specializzate. Sono infatti tre le unità di personale assunte per lo scopo, oltre a più di 30 lavoratrici e lavoratori che già sono impiegati nelle organizzazioni coinvolte all'interno del partenariato.

Il WP3 si disarticola in tre direttrici principali: *Protection and Valorization of Intellectual Property, Supply chain development and spin-off creation e Ensuring the ethical use of new technologies*.

"Il trasferimento tecnologico delle competenze costituisce un elemento essenziale per favorire l'innovazione e lo sviluppo economico, specialmente in progetti ad altissimo contenuto tecnologico come quello del settore Spazio", afferma l'avvocato **Kiran Prestia**, assunta nel contesto di Astra per coordinare la protezione, la gestione e la valorizzazione della proprietà intellettuale e industriale.

Il processo non si limita alla semplice cessione di tecnologie, **ma include la predisposizione delle condizioni d'uso delle licenze**, la tutela della proprietà intellettuale e industriale. Inoltre, essa rappresenta un'opportunità di crescita per università, istituti scolastici, imprese e investitori, incentivando il progresso e l'innovazione economica.

"In una fase preliminare, è cruciale identificare e analizzare le tecnologie sviluppate, determinandone la paternità, il processo di creazione e la finalità - afferma Prestia - nel contesto del progetto Astra, sono stati siglati patti di riservatezza e convenzioni all'interno del partenariato al progetto per garantirne il coordinamento rispetto agli obiettivi da raggiungere, alle tempistiche e alla rendicontazione delle tecnologie prodotte".

"A questa fase seguirà poi la stipula di accordi attuativi specifici, che definiranno nel dettaglio ruoli, responsabilità e modalità operative per lo sfruttamento e la protezione delle tecnologie sviluppate, assicurando il rispetto delle normative vigenti e la massima trasparenza nella gestione e nel trasferimento dei risultati", evidenzia la giurista.

Poi c'è lo sviluppo e la protezione dei risultati ottenuti dalle tecnologie prodotte. Parliamo dei cosiddetti foreground, ossia **i risultati conseguiti con l'attività di ricerca**, e in particolare quelli a carattere originali tali da poter essere proteggibili dai diritti di proprietà intellettuale. In altre parole i risultati di proprietà intellettuale conseguiti durante l'esecuzione delle attività progettuali.

Questi possono essere ceduti o concessi in licenza a pagamento o a titolo gratuito. "È fondamentale che ciascun affiliato al progetto promuova la valorizzazione dei risultati della ricerca e dei dati ad essa connessi, garantendone un libero accesso nel minor tempo possibile e con il minor numero di restrizioni, nel rispetto dei principi di Open Science e FAIR Data e di quanto specificamente concordato tra le parti in materia di gestione della proprietà intellettuale".

Nello scenario di progetto, poi, **l'accesso gratuito ai risultati di proprietà intellettuale non è solo formalità**, ma diventa cruciale per garantire la sinergia tra i partner, e consentire loro di integrare le rispettive competenze e accelerare lo sviluppo di prodotti innovativi.

La formalizzazione della gestione della proprietà intellettuale è importante per garantire una cessione corretta e trasparente della titolarità o in alternativa dell'accesso gratuito ai risultati. "Se attuato in modo efficace, il trasferimento tecnologico rappresenta un ponte fondamentale tra ricerca e innovazione, trasformando i risultati scientifici in prodotti e servizi innovativi. Questo processo non solo genera valore tangibile per le organizzazioni coinvolte, ma alimenta l'intero ecosistema di riferimento, promuovendo crescita economica, sostenibilità e competitività su scala sistemica - conclude Prestia - il percorso intrapreso costituisce un'iniziativa di rilevante complessità, caratterizzata da un articolato framework operativo che richiede tempistiche adeguate, un impegno costante e una pianificazione strategica accurata".

Gli **obiettivi di crescita dell'intero ecosistema tecnologico e socio-economico** sono tra le caratteristiche principali dell'ecosistema *Vitality*, di cui Astra è uno dei dieci spoke. Risultati misurabili e obiettivi da raggiungere: il percorso di Astra è ancora lungo, ma gambe e testa per percorrerlo ci sono.



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



Dalla ricerca all'impresa, reti e convenzioni per il trasferimento tecnologico di Astra

Nelle settimane scorse abbiamo approfondito come, all'interno dell'ecosistema Vitality, **Astra ricopra un ruolo chiave nel coordinamento tra ricerca e industria** in tema di trasferimento tecnologico.

Questo impegno si concretizza anche attraverso la rete **JoTTO**, acronimo di *Joint Technology Transfer Office*. Si tratta di un organismo interuniversitario nato nel 2015 per iniziativa del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, con lo scopo di promuovere il trasferimento di conoscenza e innovazione tra il mondo accademico e il sistema produttivo. Della rete fanno parte tre istituti superiori: **Scuola IMT Alt Studi Lucca**, **Scuola Normale Superiore**, **Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa**, Scuola Universitaria Superiore **IUSS** Pavia, Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati **SISSA** di Trieste e il Gran Sasso Science Institute (**GSSI**) dell'Aquila, che è anche spoke di Astra.

"L'obiettivo è offrire un servizio comune alle sei scuole, trasversale a vari ambiti scientifici sul tema della valorizzazione della ricerca e della cosiddetta 'terza missione' universitaria: "Questa collaborazione strategica sta favorendo l'interconnessione tra enti di ricerca, imprese e investitori", afferma l'avvocato **Kiran Prestia**, che in Astra coordina protezione, gestione e valorizzazione della proprietà intellettuale e industriale.

È la stessa Prestia, come esponente del comitato scientifico di JoTTO, ad aver partecipato lo scorso febbraio alla quarta edi-

zione di **"JoTTO FAIR 2025 - La ricerca incontra le imprese"** (nella foto), un meeting organizzato a Lucca proprio con lo scopo di costruire ponti tra ricerca e imprese.

Quando parliamo di trasferimento tecnologico va considerato un elemento centrale nella gestione dei progetti come Astra (e non solo): le **convenzioni preliminari**, che vengono siglate tra lo spoke (il Gran Sasso Science Institute) e le organizzazioni affiliate (Università di Perugia, INAF, Thales Alenia Space e Fondazione Bruno Kessler). Questi accordi sono fondamentali per definire con precisione **obblighi, responsabilità e modalità operative**, garantendo l'attuazione del progetto secondo le scadenze e gli obiettivi.

"Le convenzioni – spiega Prestia – forniscono una cornice normativa chiara su aspetti come l'erogazione dei fondi, il rispetto del cronoprogramma, il monitoraggio delle attività e il raggiungimento di milestone e target. In loro assenza, aumenterebbe il rischio di inefficienze e inadempienze, compromettendo anche il grado di trasparenza richiesta".

Un altro importante elemento regolato dalle convenzioni è lo **sfruttamento della proprietà intellettuale e industriale** generata dal lavoro collettivo degli spoke e degli affiliati di Astra. In questo caso, come abbiamo già raccontato in precedenti approfondimenti, il progetto prevede la produzione di risultati scientifici e tecnologici la cui **titolarità e modalità di utilizzo sono disciplinate fin dall'inizio**.

"I concetti di background (le conoscenze e i diritti preesistenti al progetto), foreground (i risultati conseguiti durante l'esecuzione delle attività) e sideground (le conoscenze sviluppate parallelamente ma non direttamente connesse al progetto) aiutano a distinguere tra conoscenze pregresse, acquisite durante il progetto o sviluppate parallelamente", evidenzia l'avvocato, assunta in Astra.

Complessivamente siamo di fronte a un approccio che tutela i diritti dei singoli partner del progetto, oltre a promuovere l'accesso aperto ai dati (in linea con i principi **FAIR** – Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), cercando da un lato di prevenire eventuali conflitti e dall'altro di garantire un'equa distribuzione dei benefici.

Astra è attualmente in una fase iniziale sotto il profilo del Technology Readiness Level (TRL), ovvero la maturità della tecnologia sviluppata: **"L'obiettivo è raggiungere entro il 2026 un livello sufficiente per procedere alla commercializzazione dei risultati, ad esempio tramite licenze"**, conclude Prestia.



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



La sfida di Crystal Eye ai lampi di radiazione gamma

Già lo scorso anno abbiamo raccontato uno degli assi portanti di Astra: **lo sviluppo di Crystal Eye**, uno strumento cardine dell'attività del *work package 1* di Astra, quello dedicato allo sviluppo di nuove [tecnologie hardware](#).

Il lavoro alla sperimentazione è proseguito in questi mesi. Ovviamente, lo sviluppo di un prototipo del genere è frutto di un percorso complesso. Il [Crystal Eye](#), infatti, **si basa su una tecnologia innovativa che sfrutta nuovi materiali e sensori**: "Stiamo realizzando uno strumento scientifico compatto e altamente sensibile che possa operare in orbita, monitorando costantemente l'intero cielo per rilevare i lampi di radiazione gamma", racconta **Ivan De Mitri** (*nella foto*), professore ordinario di fisica sperimentale al Gran Sasso Science Institute, e responsabile del *work package 1* nell'ambito del progetto Astra.

I lampi di radiazione gamma sono eventi che avvengono a distanze enormi dall'osservatore. Tra i fenomeni più misteriosi e potenti dell'universo, la loro profonda comprensione rimane tuttavia ancora un **obiettivo ambizioso per la scienza**.

La caratteristica principale del prototipo risiede **nell'uso di cristalli scintillanti che emettono un flash di luce ogni volta che vengono colpiti da radiazioni ionizzanti**, come quelle prodotte dai lampi gamma. "Questi cristalli, quando investiti da radiazioni ad alta energia, producono scintille di luce che vengono catturate da fotomoltiplicatori al silicio, dispositivi

compatti ed efficienti", aggiunge il professore del GSSI. **Questo approccio consente di ridurre le dimensioni del dispositivo** senza compromettere la sua capacità di rilevamento.

I lampi di radiazione gamma **furono scoperti per caso durante la guerra fredda da dei piccoli satelliti mandati in orbita dalla US Air Force allo scopo di scoprire eventuali test nucleari** mediante la rilevazione di lampi di raggi X e gamma. Dopo alcuni anni di raccolta dati le analisi degli scienziati rivelarono l'esistenza di lampi di radiazione gamma, della durata di pochi secondi, escludendo sia la Terra che il Sole come possibile origine. Questi risultati furono pubblicati nel 1973 e tali fenomeni vennero indicati col nome di Gamma Ray Bursts (GRBs): "Oggi sappiamo che i lampi gamma sono causati da fenomeni, come la morte di stelle massicce o la fusione di sistemi binari di stelle di neutroni, che avvengono in galassie lontane e rilasciano enormi quantità di energia", commenta De Mitri.

Il dispositivo è progettato per raccogliere questi segnali luminosi con una **precisione di circa un grado**. Una volta individuati, il sistema è in grado di inviare immediatamente un allarme alla comunità scientifica, indicando la posizione precisa di queste radiazioni nel cielo. "La rapidità con cui possiamo localizzare un evento di questo tipo è cruciale per consentire agli altri strumenti di studiarlo in modo complementare, e migliorarne la localizzazione nel cielo per poter identificare la sorgente", afferma il ricercatore, riferendosi alla capacità di sfruttare il progetto nell'ambito di un approccio multimesseger, di cui abbiamo già parlato in passato.

La capacità di rilevare lampi gamma in tempo reale ha applicazioni non solo in astrofisica, ma anche in altri campi della scienza. Per esempio, i cristalli utilizzati potrebbero essere impiegati anche per **monitorare fenomeni atmosferici terrestri**, come i Terrestrial Gamma-ray Flashes (TGF), che si verificano durante tempeste molto potenti: "Anche se questi eventi non hanno origine nello spazio, sono simili ai lampi gamma cosmici e ci forniscono dati importanti sulla fisica dell'atmosfera", spiega De Mitri.

Un prototipo di Crystal Eye sarà testato a bordo della missione **Space Rider dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA)**: "Per noi Space Rider rappresenta una fase cruciale del progetto, poiché ci permetterà di verificare il funzionamento dei dispositivi e di raccogliere dati sul loro comportamento durante il volo", dice De Mitri. Il lancio è previsto per la fine del 2026, con il ritorno del payload sulla Terra per l'analisi post-missione.

Con Crystal Eye ci si può aprire a una nuova frontiera nell'osservazione degli eventi più estremi nel cosmo. Questo grazie a collaborazioni internazionali, che dimostrano come la ricerca possa essere applicata anche in **contesti interdisciplinari**, unendo competenze astrofisiche, tecnologie avanzate e una visione ben focalizzata sul futuro dell'esplorazione spaziale.



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



L'effetto moltiplicativo di Astra e la call "Mini-Fast" dell'ESA

La sfida lanciata dal partenariato che dà vita ad Astra non si ferma alla sperimentazione tout-court prevista dal progetto stesso. È nella natura di questo percorso, infatti, **fungere da "apripista" per ulteriori opportunità di sviluppo nell'ambito della ricerca aerospaziale.**

Si tratta, in fondo, di una logica simile che guida gli stessi finanziamenti del piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr), fonte delle risorse che hanno permesso l'avvio dell'ecosistema Vitality e del suo spoke Astra: **abilitare nuove capacità e competenze che non solo permettono di sviluppare ricerca innovativa, ma che possano crescere e durare nel tempo in forma autonoma.**

È in questo senso che si inserisce una potenziale opportunità che ruota intorno al Crystal Eye, che come abbiamo raccontato nelle scorse settimane rappresenta uno dei cardini del primo work package (WP1) di Astra. L'Agenzia Spaziale Europea (ESA), infatti, ha recentemente lanciato una call in tal senso: "L'ESA emette periodicamente call per idee su future missioni spaziali, che possono variare in base alla tipologia e alle dimensioni della strumentazione scientifica", racconta [Ivan De Mitri](#), professore ordinario di fisica sperimentale al Gran Sasso Science Institute e responsabile del WP1 in Astra.

Esistono missioni più di lungo respiro (a cui ha partecipato anche lo stesso GSSI) e per questo più impegnative, che prevedono lanci nello spazio entro il 2040 e che sono "particolarmente complesse", come evidenzia lo stesso De Mitri. E poi ci

sono **call che l'ESA chiama "Mini-Fast"**, vale a dire iniziative di finanziamento più rapido e mirato, nate nell'ambito del programma.

In particolare, questa call mira a raccogliere proposte per missioni scientifiche "agili", a "basso costo", e con tempi di sviluppo **entro il quinquennio**. L'obiettivo è valutare l'interesse e la fattibilità di nuovi tipi di missioni all'interno del programma scientifico dell'ESA. "La Mini-Fast è una call pensata per tecnologie innovative, ma già sufficientemente testate, in modo da poter essere lanciate in un arco temporale più ridotto, entro i prossimi cinque anni", rivela il professore del GSSI.

Lo sviluppo del Crystal Eye, che include una compagine di istituzioni scientifiche e industriali, si inserisce in questo contesto, con l'obiettivo di sviluppare **prototipi tecnologici avanzati che potrebbero essere poi implementati in fase di lancio nello spazio**. Le call Mini-Fast prevedono, infatti, finanziamenti fino a **50 milioni di euro, una cifra oltre dieci volte superiore ai 4,1 milioni previsti per il Crystal Eye**. Questo darebbe modo di sviluppare "l'occhio di cristallo" oltre il prototipo.

"Tutto il percorso di Astra è essenziale per poter applicare a questa call - ha sottolineato De Mitri, evidenziando come i fondi siano stati fondamentali per raggiungere un livello di preparazione che, altrimenti, sarebbe stato difficile ottenere - **i costi necessari per la costruzione del sensore, il lancio e l'operazione in orbita sono molto elevati**. Non possono essere affrontati da una singola istituzione. È fondamentale il coinvolgimento di agenzie spaziali come l'agenzia spaziale italiana o la stessa ESA".

Insomma il coinvolgimento delle agenzie internazionali può avere effetti moltiplicativi, generando vortici virtuosi all'interno dell'ecosistema Vitality: "L'obiettivo finale non è solo quello di realizzare una missione spaziale, ma di costruire un sistema che possa continuare a generare innovazione anche oltre il singolo progetto", conclude il professor De Mitri.

L'esito della call di ESA sarà reso pubblico il prossimo autunno. In caso di successo, il Crystal Eye potrà continuare il suo percorso con le proprie gambe, grazie agli input avviati da Astra.



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



La valutazione del valore di un progetto di ricerca

Attraversando le attività di Astra con il nostro racconto collettivo, abbiamo già parlato del terzo work package (WP), quello che riguarda l'impatto e il trasferimento tecnologico del progetto. A differenza dei primi due WP, questo ambito del progetto riguarda le **conseguenze socio-economiche della ricerca scientifica**.

Il WP3 è composto da tre task: il terzo (WP3C) si chiama *Ensuring the ethical use of new technologies*, letteralmente **"Garantire l'uso etico delle nuove tecnologie"**. Può contare su una dotazione propria di circa 200mila euro e ne è responsabile [*Adriana Carolina Pinate*](#) (nella foto), ricercatrice in Economie applicate al Gran Sasso Science Institute (GSSI).

Alla base di questo ambito di ricerca c'è un principio semplice ma fondamentale: il valore di un progetto non si misura solo con le pubblicazioni scientifiche o le tecnologie sviluppate. Ma ci sono altri quesiti, di più difficile risposta, che accompagnano molti investimenti pubblici: **che impatto hanno davvero sulla società?** Sono sostenibili, utili, giusti o tutte queste cose insieme?

"Il WP3C si occupa di misurare l'impatto economico e sociale delle attività di Astra - afferma Adriana Carolina Pinate - abbiamo l'obiettivo ambizioso di applicare un'analisi costi-benefici (CBA, *cost-benefit analysis*) a un'infrastruttura di ricerca scientifica di dimensioni contenute rispetto alle opere pubbliche a grande scala, quelle a cui oggi è quasi esclusivamente riservata questo tipo di analisi".

La "tradizionale" analisi costi-benefici, infatti, è una pratica quasi del tutto riservata a infrastrutture come autostrade,

metropolitane o, nell'ambito della ricerca scientifica, progetti di rilevanza economica come il CERN. Nel caso di Astra, invece, **l'analisi si concentra su un progetto di durata contenuta, con risorse limitate e una natura fortemente sperimentale**, legata alla produzione di conoscenza scientifica e all'adozione di tecnologie innovative.

È qui che sta uno degli elementi di novità: "Stiamo cercando di **costruire un modello di valutazione che sia applicabile anche a progetti piccoli o medi**, spesso esclusi dai grandi strumenti di analisi. In questo senso, il nostro lavoro è anche un **caso studio** per la comunità scientifica e per il settore pubblico che finanzia questo tipo di ricerche", spiega la ricercatrice del GSSI.

Un'altra caratteristica del percorso costruito dal team di Astra si lega alla **valutazione del progetto anche mentre è in corso, e non solo al termine**. Questo approccio "in itinere" consente di cogliere in tempo reale gli effetti e le trasformazioni che il progetto genera, anche quelli meno visibili. È un metodo complesso, che richiede il tracciamento di input, output e risultati intermedi: dai costi del personale ai benefici in termini di pubblicazioni, dalle collaborazioni attivate agli effetti sulla formazione dei ricercatori e delle ricercatrici.

La sfida è misurare il valore della conoscenza, la possibilità di generare ricchezza immateriale attraverso Astra e ovviamente **l'ispirazione per la ricerca e l'innovazione scientifica**. In questo senso il team utilizza strumenti come lo "shadow price" (letteralmente "prezzo ombra"), un concetto economico utilizzato spesso nell'analisi costi-benefici dei progetti. Lo **"shadow price"** è la valutazione di un bene o di una risorsa - in questo caso della ricerca di Astra - che non ha un **prezzo di mercato diretto**. In altre parole si costruiscono stime indirette del valore sociale di beni che non hanno un prezzo di mercato.

Infine, lo scopo dell'analisi che compie il WP3C all'interno del progetto sottintende anche un approccio innovativo che vuole aprire un dibattito all'interno delle comunità di ricerca: come si finanziano i progetti e chi ne beneficia davvero? Rendere conto di ciò che si fa, insomma, anche per **dimostrare il senso di un investimento pubblico**.



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



Le pubblicazioni scientifiche nell'ambito delle attività di Astra

Sono decine le pubblicazioni scientifiche che hanno riguardato il lavoro di ricerca in corso nel progetto Astra.

I diversi ricercatori e ricercatrici coinvolti nelle attività hanno infatti raggiunto già diversi risultati, tali da essere appunto presentati in **pubblicazioni accademiche e nei convegni internazionali**.

In una *sezione dedicata* abbiamo messo a disposizione di tutti l'elenco delle pubblicazioni, divisi in base ai tre work packages (WP), di cui **vi parliamo nel racconto delle attività fin dall'avvio del progetto**: il WP1 (*Advanced technologies for Space industry*), il WP2 (*Digital platforms for Space industry*) e il WP3 (*Technology Transfer and Impact Management*).

Tutti gli elenchi sono aggiornati al mese di luglio 2025 e sono a loro volta divisi in tre sezioni: **Peer-reviewed journal papers**, **Conference proceedings** e **Monographs/others**.

Man mano che emergeranno nuove pubblicazioni, **la sezione verrà arricchita** e aggiornata fino al termine del progetto.



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



Il valore di Astra attraverso il coinvolgimento della cittadinanza

Come abbiamo raccontato nel precedente approfondimento, in Astra assume un'importanza rilevante la valutazione dell'impatto del progetto sia sulla ricerca scientifica che sulla comunità.

Accanto alla "tradizionale" analisi costi-benefici c'è un'attenzione a un'altra parte, ancora più sperimentale, che punta a rispondere a una domanda tanto semplice quanto a oggi inesplorata: **quanto vale per i cittadini italiani un progetto di ricerca scientifica basato su scienza e tecnologia spaziale come questo?**

I ricercatori e le ricercatrici di Astra stanno preparando un'indagine su scala nazionale che coinvolgerà un campione rappresentativo della popolazione italiana, selezionato secondo criteri statistici (età, genere, area geografica, livello di istruzione e reddito).

A ogni partecipante verrà chiesto, attraverso metodi sperimentali riconosciuti (come la *Willingness To financially Participate*) e creati ad hoc, qual è l'importanza di Astra per la comunità e per ognuno come cittadino e cittadina. Lo scopo è comprendere se e in che misura la ricerca scientifica e le innovazioni tecnologiche prodotte nell'ambito del progetto abbiano un valore.

"L'obiettivo è raccogliere dati primari utili a stimare il cosiddetto **valore di esistenza della ricerca: non l'utilità diretta,**

ma il valore percepito del sapere in sé, indipendentemente dal ritorno personale", evidenzia Adriana Pinate, responsabile di *Ensuring the ethical use of new technologies*, un task del terzo work package di progetto.

Si tratta di una dimensione complessa, che la letteratura economica definisce con l'espressione **non-use value** e che raramente viene misurata in modo empirico con incentivi economici come quelli che il team intende implementare, cercando di capire la "disponibilità del pubblico a pagare per la ricerca di base".

"In genere si chiede quanto costa fare ricerca, ma quasi mai quanto vale per chi non la fa direttamente - aggiunge Pinate - eppure, sapere che esistono progetti come Astra, che sviluppino tecnologie e producono conoscenza con un impatto non soltanto locale, può avere un valore anche per chi non lavora in mondo accademico né con esso ha legami diretti".

Il metodo usato è quello della **valutazione contingente**, una tecnica ben nota in economia comportamentale, dove si applica per misurare il valore percepito di beni comuni come potrebbe essere un parco naturale, un fiume da preservare. In questo caso, però, il bene collettivo sono le conoscenze ottenute dalla scienza.

Sarà interessante osservare, insomma, **come cambia la percezione del valore della scienza e la tecnologia in ambito di ricerca finanziata con fondi pubblici a seconda delle caratteristiche delle persone coinvolte**. In base al campione demografico, infatti, questo percorso mostrerà anche una via per comprendere quali segmenti della popolazione, anche territorialmente parlando, si sentono più vicini alla scienza.

Il numero di dati raccolti tramite l'esperimento sarà bilanciato sul territorio nazionale e rappresentativo della popolazione. L'esperimento mira ad avere un potenziale più ampio e potrà anche **contribuire alla riflessione pubblica sul ruolo della scienza nella società attraverso la pubblicazione dei risultati in riviste di prestigio internazionale**.

I risultati dell'esperimento saranno resi pubblici sul sito di Astra, in conformità ai requisiti legali e alle leggi sulla privacy, in modo da garantire credibilità e valore della ricerca sia tra gli stessi partecipanti all'esperimento che nella comunità.

Con la valutazione dell'impatto di Astra il team del progetto può infatti provare anche a **trasformare un esercizio tecnico in uno strumento di trasparenza e riflessione**: "La ricerca non produce solo risultati, ma può anche produrre senso, prospettiva e policies future. E trovare il modo di raccontarne il valore è, già di per sé, un atto di innovazione", conclude Adriana Pinate.



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



Il sondaggio su Astra, la lotteria e le scelte dei partecipanti

Nel precedente approfondimento ci eravamo lasciati con una domanda semplice e al tempo stesso piena di complessità: quanto vale per i cittadini italiani un progetto di ricerca scientifica basato su scienza e tecnologia spaziale come Astra?

È uno dei quesiti **principali alla base del lavoro del terzo work package** del progetto, il WP3 ("Trasferimento tecnologico e gestione dell'impatto").

Un gruppo interdisciplinare di lavoro, coordinato da **Adriana Pinate** del Gran Sasso Science Institute (responsabile del WP3C, *Ensuring the ethical use of new technologies*), hanno condotto con metodi sperimentali un'indagine su scala nazionale che ha coinvolto un campione rappresentativo della popolazione italiana. L'obiettivo è stato proprio provare a dare risposta alla domanda sulla percezione generale dell'impatto del progetto.

Nella fattispecie parliamo di un **sondaggio online, distribuito nella seconda metà di settembre** a mille persone di maggiore età, residenti in Italia e reclutate da una società specializzata in sondaggi. Una fase pilota aveva inoltre coinvolto ulteriori 40 partecipanti.

Presentiamo di seguito i risultati della sezione sperimentale relativa a una lotteria lanciata proprio in occasione del sondaggio somministrato, ideata proprio per stimare il valore (anche economico) che i partecipanti hanno dato ad Astra, dopo averne conosciuto le caratteristiche.

È doveroso evidenziare che tutte le informazioni sono conformi alle norme sulla privacy e sull'anonimato dei partecipanti, che non sono identificabili neanche dallo stesso team di ricerca.

L'esperimento

Il questionario era suddiviso in quattro sezioni, di cui la seconda era quella sperimentale. Adottando un approccio di preferenza rivelata (un metodo che deduce le preferenze degli intervistati dalle loro scelte effettive e non da domande dirette), i partecipanti hanno prima preso visione di Astra. Sono state presentate le caratteristiche principali del progetto, attraverso immagini, parole e rendering.

Successivamente è stata offerta loro l'opportunità di vincere una somma in denaro reale tramite una lotteria. Infine, è stato loro richiesto di donare (in parte, totalmente o nulla) la vincita ottenuta alla scienza, e in particolare proprio ad Astra.

Questo meccanismo ha permesso di stimare il valore del progetto per i residenti italiani, un dato cruciale per l'elaborazione dell'analisi costi-benefici (CBA), uno degli strumenti principali nella valutazione d'impatto.

Oltre ai 4 euro previsti per la partecipazione al sondaggio, è stato possibile per ogni intervistato vincere un'ulteriore somma di denaro. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a uno dei due gruppi di vincita:

Gruppo A: 80 euro, 25 vincitori (1 ogni 20 persone)
Gruppo B: 40 euro, 50 vincitori (1 ogni 10 persone)

Dopo aver ricevuto informazioni su Astra, i partecipanti hanno ricevuto le seguenti informazioni sulle quali hanno dovuto operare delle scelte.

Alla fine del sondaggio, è stato assegnato un numero casuale univoco per partecipante (da 1 a 500) per la partecipazione alla lotteria.

La prima scelta

Ti informiamo che, in qualità di partecipante a questo sondaggio, hai l'opportunità di contribuire concretamente al progetto ASTRA.

Questo questionario è stato distribuito a 500 soggetti. Ognuno dei **500 partecipanti**, oltre ai **4 euro** previsti per la partecipazione al sondaggio, potrà ricevere un'ulteriore somma di denaro pari a **80 euro** [Gruppo B: 40 euro]. Alla fine del questionario, **1 partecipante ogni 20** (quindi 25 partecipanti in tutto) [Gruppo B: 1 partecipante ogni 10 (quindi 50 partecipanti in tutto)] sarà selezionato casualmente tramite la piattaforma random.org tirando a sorte **25** [Gruppo B: 50] dei 500 numeri identificativi dei partecipanti. **Tutti i partecipanti hanno la stessa probabilità di essere selezionati.**

I fondi della lotteria provengono dal progetto ASTRA.

Il giorno **09 ottobre 2025** alle ore **12:00** [Gruppo B: 12:30] procederemo all'estrazione aleatoria dei 25 [tratt. B: 50] vincitori su random.org.

Potrai collegarti per seguire l'estrazione in diretta a questo link [GoogleMet link]

Oppure, nei giorni successivi, potrai controllare la registrazione dell'estrazione a questo link <https://astra.gssi.it/>.

I vincitori riceveranno il pagamento direttamente dall'azienda di sondaggi.



Più precisamente, nella finestra in alto a destra di random.org ("True Random Number Generator") indicheremo 1 come minimo e 500 come massimo e premeremo il pulsante 25 volte [Gruppo B: 50 volte]. Supponi che tu sia il numero 325 (quello che ti assegneremo alla fine del sondaggio). Se il 325 sarà tra i 25 numeri sorteggiati, allora riceverai altri **80 euro**. [Gruppo B: 40 euro]

I fondi della lotteria provengono dal **progetto ASTRA**.

Ti informiamo che ognuno dei **25 partecipanti** [Gruppo B: 50 partecipanti] selezionato casualmente avrà la **possibilità di donare da 0 a 80 euro** [Gruppo B: da 0 a 40 euro] al progetto ASTRA.

Con la tua donazione, puoi contribuire a determinare il settore di intervento del progetto ASTRA a cui saranno destinati i fondi. Tieni presente che l'importo eventualmente donato **verrà utilizzato realmente** per sostenere attività specifiche del progetto ASTRA.

Nel caso in cui tu sia stato selezionato tramite lotteria, quanti di questi **80 euro vinti** [treat B: 40 euro] vorresti donare al progetto ASTRA?

Indica un importo da 0 a 80 euro [Gruppo B: da 0 a 40 euro] _____

Qui è possibile vedere il **video della lotteria e i numeri vincitori** (gruppo A), registrata in presa diretta.

Qui è possibile vedere il **video della lotteria e i numeri vincitori** (gruppo B), registrata in presa diretta.

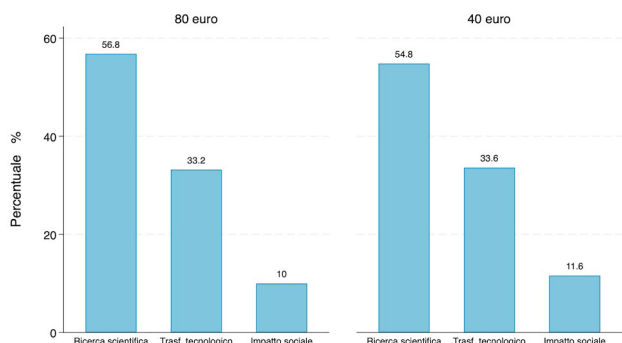
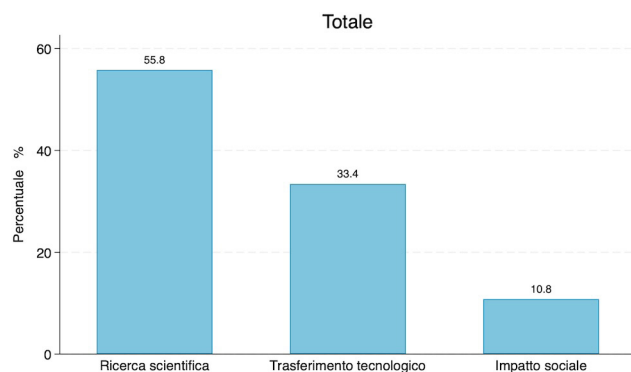
Per quanto riguarda il gruppo A, le donazioni al progetto ammontano a 553 euro. Per ciò che concerne il gruppo B, ammontano a 625 euro.

La seconda scelta

A quale settore preferisci che fosse destinato il totale delle donazioni per **aumentare l'impatto** del progetto ASTRA? [La scelta più votata tra i 500 partecipanti determinerà l'uso effettivo della somma delle donazioni dei 25 partecipanti [Lotteria di 40 euro: 50 partecipanti] aleatoriamente selezionati.

- o **Impatto sociale** – ad esempio, realizzazione di attività di divulgazione scientifica come laboratori interattivi, incontri con ricercatori, workshop tematici nelle scuole per stimolare l'interesse verso Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica
- o **Ricerca scientifica** – ad esempio, supporto a missioni di ricerca all'estero per studiosi italiani, cofinanziamento per l'acquisto di strumentazione avanzata, materiali di laboratorio o lo sviluppo di prototipi innovativi in fase sperimentale.
- o **Trasferimento tecnologico** – ad esempio, promozione di collaborazioni tra ricerca e impresa tramite eventi di disseminazione e matchmaking

Risultato



I soldi delle donazioni, complessivamente 1.179 euro, oltre 20 euro ricavate dal sondaggio pilota, saranno spesi come scelto dalla maggioranza dei partecipanti: **la ricerca scientifica**.

I dettagli dell'uso effettivo delle donazioni verranno pubblicati nelle prossime settimane sempre sul sito web di Astra.

La terza scelta

Quanto credi che sia stata la media delle donazioni degli altri 499 partecipanti a questo sondaggio?

Indica un importo da 0 a 80 euro [treat B: 40 euro] _____

I **10 partecipanti** la cui risposta a questa domanda si avvicinerà di più alla media effettiva delle donazioni riceverà altri **10 euro**, indipendentemente dal fatto che alla fine del sondaggio sarà selezionato o meno tra i 25 vincitori della lotteria.

I vincitori riceveranno il pagamento direttamente dall'azienda sondaggi.

In questo caso per i partecipanti del gruppo A la media effettiva delle donazioni è stata di 29 euro; 55 persone su 500 si sono avvicinate alla media, indicando come importo medio 30 euro.

Abbiamo diviso il totale della vincita [100 euro = 10 euro x 10 persone] tra i 55 vincitori [100/55 = 1,8 euro].

I vincitori degli ulteriori 1,8 euro che si sono avvicinati di più alla media corrispondono ai partecipanti con i seguenti numeri:

7	10	12	15	16	28	40	41	64	72
81	83	89	98	110	113	119	121	125	129
135	137	152	197	214	231	244	250	268	280
297	299	306	311	315	320	323	326	329	335
372	405	406	414	420	421	426	435	437	447
460	486	490	496	498					

Per quanto riguarda il gruppo B, la media effettiva delle donazioni è stata di 15,2 euro. In questo caso, 34 persone su 500 si sono avvicinate alla media poiché hanno dichiarato 15 euro.

Abbiamo diviso il totale della vincita [100 euro = 10 euro x 10 persone] tra i 34 vincitori [100/34 = 2,9 euro].

I vincitori degli ulteriori 2,9 euro che si sono avvicinati di più alla media corrispondono ai partecipanti con i seguenti numeri:

1	2	21	69	78	101	107	126	139	166
167	213	215	218	257	276	303	328	330	336
337	338	353	354	361	372	376	395	399	402
424	434	461	497						

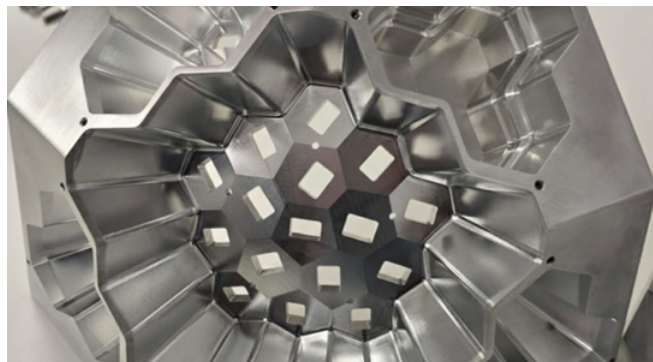
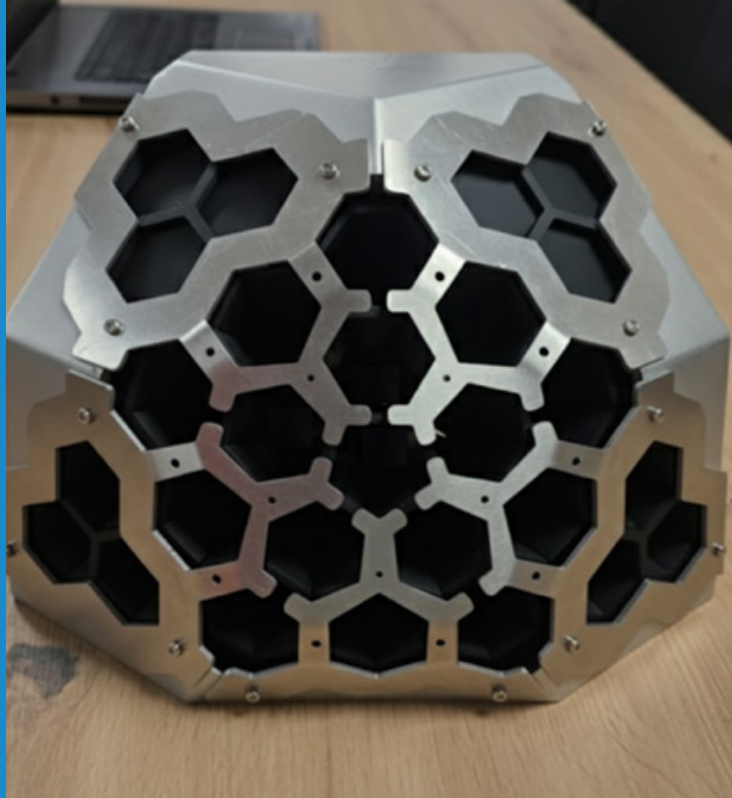
Il sondaggio pilota

Infine, come abbiamo già evidenziato, è stato realizzato un primo sondaggio pilota che ha contato 20 partecipanti per gruppo, per un totale di **40 persone intervistate**.

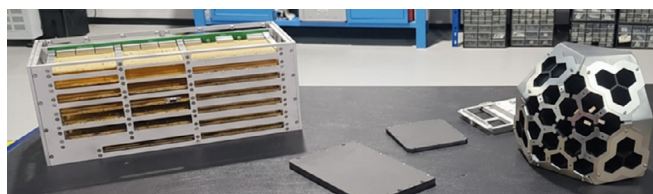
Di seguito è possibile vedere i video dei vincitori della lotteria del sondaggio pilota, con i risultati relativi alla terza scelta (sulla media delle donazioni).

Gruppo A – 80 euro (1 vincitore su 20 partecipanti)

Gruppo B – 40 euro (2 vincitori su 20 partecipanti)



Nella foto di seguito, invece, **riconosciamo le due parti principali**: la struttura portante che conterrà i cristalli che riveleranno un giorno i raggi gamma e il box elettronica, la centrale operativa che interpreta i segnali ricevuti dal detector e comunica col satellite per inviare i dati a noi.



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



Prende forma lo Structural Model di Crystal Eye

Prima che un nuovo strumento scientifico possa affacciarsi allo spazio deve superare una lunga serie di prove. Non si tratta solo di verificare che funzioni bene: **deve anche resistere al lancio**, che notoriamente è un "momento traumatico" della "vita" di un oggetto destinato allo spazio.

È qui che entra in scena lo **Structural Model di Crystal Eye**, un "gemello silenzioso" del rivelatore, costruito per affrontare i test necessari e propedeutici alle attività di lancio successive.

Questa sorta di "stress test", infatti, servirà a capire come **reagirà il futuro strumento alle vibrazioni del lancio e ai possibili punti deboli della struttura**.

Il team del WP1 di Astra (*Advanced technologies for Space industry*) ha realizzato gli assiemi - ossia l'unione di parti - del modello strutturale di Crystal Eye.

"Data la natura dei test da effettuare - afferma la ricercatrice del GSSI **Felicia Barbato** - per il *manufacturing* dei presenti componenti, non si è tenuto conto di tutti i canoni e requisiti solitamente adottati per la produzione di componenti di qualifica e/o volo. I materiali utilizzati sono di natura equivalente rispetto a quelli poi impiegati sulle successive versioni dei detector".

Lo structural model quindi non è altro che una copia non funzionante ma **completamente uguale al vero Crystal Eye**, come è possibile vedere dalla foto di seguito, che mostra la struttura interna.

C'è dunque la struttura portante del detector, realizzata totalmente in alluminio e composta **da sotto-parti principali rappresentate dalle sezioni di semisfera interna e semisfera esterna**.

La struttura portante è composta da due semisfere, una interna e una esterna. Al suo interno trovano posto i cristalli e l'elettronica che, nella versione funzionante, dovranno registrare particelle e fenomeni legati alla radiazione. Nel modello strutturale tutto ciò viene simulato, ma la struttura portante è ovviamente uguale a quella di volo.

C'è poi il "**Box Elettronica**", anch'esso composto in alluminio, e che ospiterà le schede e i sistemi che elaboreranno i dati.



Una volta completato, sul modello verranno posizionati numerosi sensori accelerometrici. **Durante il test di vibrazione, questi registrano come lo strumento si muove e reagisce agli urti e ai movimenti**. Questi dati reali verranno poi confrontati con le simulazioni realizzate al computer.

Si tratta insomma di passaggi di prova fondamentali a garantire l'affidabilità e la fiducia nei confronti del Crystal Eye vero e proprio, che rappresenta uno dei pilastri di Astra.



Foto: la sede del rettorato del Gran Sasso Science Institute a L'Aquila (Italia)

IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



I nuovi stati di avanzamento di Astra

Quasi 7 milioni di euro trasferiti, molti task completati e stati di avanzamento del progetto a buon punto.

Si può riassumere così l'aggiornamento dei dati sul portale di Astra, uno dei progetti dell'ecosistema Vitality.

I dati, aggiornati al novembre 2025, parlano di 6,7 milioni di euro complessivamente trasferiti, ai quali si aggiungeranno i saldi di fine progetto, fino ad arrivare ai 10,4 milioni complessivamente stanziati.

All'interno dei tre workpackages di progetto sono 39 le milestone, tutte navigabili attraverso questo portale. **Di queste, 14 risultano già completate**, 8 in stato di completamento, 14 in corso di realizzazione e 3 risultano annullate, a causa di alcune modifiche in fieri delle attività progettuali.

È il work package numero 2 (*Digital platforms for Space industry*) che conta il numero maggiore di obiettivi completati: 8.

A queste cifre va aggiunto ed evidenziato che per considerare una milestone completata viene considerata la **"data di completamento"**. Per quasi la metà delle milestone (16 su 39) la data di completamento considerata è la stessa di fine progetto, ossia dicembre 2025.

Si tratta di poche cifre ma emblematiche di come anche attraverso questo portale sia stato monitorato un progetto di ricerca finanziato con risorse pubbliche. **Non è frequente, infatti, che venga presentato pubblicamente un monitoraggio del genere**, soprattutto nell'ambito del piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr).



IL RACCONTO DELLE ATTIVITÀ DEL 2025



Astra, tre anni di traguardi per garantire la continuità

A fine anno sarà formalmente concluso il progetto Astra, che negli ultimi tre anni ha visto il lavoro corale di un'alleanza tra enti pubblici e privati nella ricerca in ambito spaziale, per lo sviluppo di nuove tecnologie sia hardware che software. Il progetto, che rappresenta uno dei dieci spoke dell'ecosistema Vitality, si è concluso con risultati più che soddisfacenti, confermando innanzitutto l'alta qualità delle **professionalità che hanno contribuito e quindi della ricerca italiana nel settore aerospaziale**.

Abbiamo voluto tracciare un bilancio di questo percorso con **Roberto Aloisio**, professore ordinario del Gran Sasso Science Institute (GSSI) e coordinatore del progetto, per capire meglio i risultati raggiunti e le potenzialità future: "Sul fronte dell'hardware e dell'infrastruttura di ricerca (il work package 1, ndr), i risultati sono tangibili. Il team ha infatti completato con successo i test del modello ingegneristico (EQM) del payload scientifico Crystal Eye, superando tutte le prove".

"In queste settimane stiamo ultimando il cosiddetto **modello di volo (PFM)**, la versione del payload destinata all'integrazione con il satellite per il successivo lancio", afferma il fisico italiano. Inoltre, tra le attività svolte in questo ambito è stata perfezionata e qualificata per uso spaziale una nuova tecnologia utile alla rivelazione della luce, sviluppata dalla Fondazione Bruno Kessler, uno dei soggetti privati partner del progetto.

Parallelamente i frutti della ricerca si sono concretizzati anche per il secondo work package ("Digital platforms for Space industry"), che ha portato alla realizzazione di un nuovo modello di

Digital Twin ("gemelli digitali") di satelliti e della loro gestione in orbita. "In questo ambito - afferma Aloisio - abbiamo lavorato in stretta collaborazione con Thales Alenia Spazio Italia, sviluppando Digital Twin avanzati, che saranno ingegnerizzati anche per l'uso industriale, a dimostrazione del successo nello sviluppo tecnologico tra accademia ed industria".

Gli importanti risultati ottenuti dalla collaborazione con soggetti privati dimostrano che uno dei maggiori obiettivi di Astra - **la collaborazione costruttiva tra privato e pubblico nell'ambito spaziale** - è stato raggiunto.

A completare il quadro sono le innovazioni strutturali concretizzate dal progetto, come l'attività gestita dall'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) che ha realizzato un significativo upgrade dell'osservatorio di Campo Imperatore, sul Gran Sasso d'Italia, rendendolo idoneo ad effettuare misure nell'infrarosso, essenziali per gli studi di cosmologia, come l'osservazione delle supernove. Questo tipo di lavoro proietta l'infrastruttura di Campo Imperatore nel **novero dei principali centri al mondo per questo tipo di studi**.

Per quanto riguarda il terzo e ultimo work package, quello dedicato al trasferimento tecnologico e al monitoraggio dell'impatto del progetto stesso, il team di Astra nelle prossime settimane rilascerà i risultati finali di un sondaggio condotto con modalità innovative, di cui vi abbiamo raccontato in un paio di approfondimenti recenti.

Come abbiamo detto più volte in questi anni, Astra si inserisce nell'ecosistema Vitality, finanziato con i fondi del piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr) e classificato tra i migliori ecosistemi dell'innovazione finanziati in Italia. Ma oltre l'eccellenza della ricerca e la documentazione dei risultati ottenuti, c'è un problema strutturale a livello di politiche pubbliche nazionali: **la mancanza di continuità**.

A evidenziarlo è lo stesso Aloisio: "Il Pnrr è stato fondamentale e ha svolto un ruolo cruciale, promuovendo la creazione di nuove infrastrutture di ricerca. La criticità risiede nel fatto che non è stata pianificata alcuna copertura finanziaria oltre il 2026, soprattutto per il futuro professionale di molti ricercatori e ricercatrici che hanno contribuito in maniera determinante al successo dei progetti".

A livello nazionale, lo scenario che si profila può mettere a rischio il prosieguo di molti progetti come Astra. La sfida che si pone davanti è **garantire le risorse necessarie** ad assicurare tutti i vantaggi derivanti dalle collaborazioni strutturali tra pubblico e privato, come nell'esempio di Astra. Farlo significa proteggere percorsi che possono contribuire a migliorare il sistema economico, oltre che il tessuto culturale del Paese.



Articoli peer-reviewed - Technology Transfer and Impact Management

Milestone 25 - Technology Transfer and Impact Management

A. Peer-reviewed journal papers

1. Pinate, A., Cattani, L., Dal Molin, M., & Faggian, A. (2024). *'Get back to where you once belonged?' Effects of skilled internal migration on Italian regional green growth*. *Papers in Regional Science*, 103(4), 100036. (Q1)
2. Brandano, M. G., & Pinate, A. C. (2025). Smart Specialisation Strategy in a Tourist Country: A new path of development in Italian regions?. *Journal of Policy Modeling*. (Q1) This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY - CUP: D13C21000430001.

C. Peer-reviewed journal papers

1. Pinate, A. C., Dal Molin, M., & Brandano, M. G. (2024). The Geography of Green Innovation in Italy. In CONFLICT SCENARIOS AND TRANSITIONS. Opportunities and Risks for Regions and Territories. (Book Chapter)

Articoli peer-reviewed - Digital platforms for space industry

Milestone 24 - Digital platforms for space industry

A. Peer-reviewed journal papers

1. Moretti, M., Rossi, A., & Senin, N. *"Optical tomography by laser line scanning and digital twinning for in-process inspection of lattice structures in material extrusion."* *Additive Manufacturing* (2024): 104424. Doi.org/10.1016/j.addma.2024.104424. (Q1)
2. Anh Ho, Anh M. T. Bui, Phuong T. Nguyen, Amleto di Salle, Bach Le (2025) EnseSmells: Deep ensemble and programming language models for automated code smells detection *The Journal of Systems & Software*. (Q1). [2502.05012] EnseSmells: Deep ensemble and programming language models for automated code smells detection. This work has been funded by the European Union-NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY-CUP J97G22000170005.

3. Samira Silva, Ricardo Caldas, Patrizio Pelliccione, Antonia Bertolino (2025). *Different Approach for Testing Body Sensor Network Applications Journal of Systems & Software (JSS) to appear*. (Q1). This work has been funded by the European Union-NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY-CUP J97G22000170005.
4. A. Avritzer, A. Janes, A. Marin, C. Trubiani, A. Van Hoom, M. Camilli, D. S. Manasche, A. B. Bondi "Software aging Detection and Rejuvenation Assessment in Heterogeneous Virtual Networks" *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing (TETC)*, to appear. (Q1). This work has been funded by the European Union-NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY-CUP J97G22000170005.
5. Rebelo Luciana, Basciani Francesco, Pelliccione Patrizio (2025) Applications of AI in Space Domain ACM Computing Surveys. To appear. (Q1). This work has been funded by the European Union-NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY-CUP J97G22000170005.

B. Conference proceedings

1. Simone Fioravanti, Michele Flammini, Bojana Kodric, Giovanna Varricchio: *"PAC Learning and Stabilizing Hedonic Games: Towards a Unifying Approach"*, 37th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI), Washington, D.C., USA, AAAI Press, Palo Alto, California, USA, pp. 5641-5648, February 2023. **(INTERNATIONAL)**
2. Enxhi Ferko, Alessio Bucaioni, Patrizio Pelliccione, Moris Behnam (2023) *Analysing Interoperability in Digital Twin Software Architectures for Manufacturing In: ECSA 2023*. **(INTERNATIONAL)**
3. Angelella S., Albi E., Dionigi M., Logozzo S., Valigi M.C. *Proposal and Modeling by Simscape Multibody of a Mechatronic Device for Breast Cancer Cells Experiments (2024) Mechanisms and Machine Science*, 164 MMS **(INTERNATIONAL)**
4. Roland Kuhn, Hernán C. Melgratti, Emilio Tuosto: Behavioural Types for Local-First Software (Artifact). *Dagstuhl Artifacts Ser. 9(2): 14:1-14:5 (2023)*. *Behavioural Types for Local-First Software (Artifact)*. *Dagstuhl Artifacts* **(INTERNATIONAL)**
5. Roland Kuhn, Hernán C. Melgratti, Emilio Tuosto: *Behavioural Types for Local-First Software*. *ECOOP 2023: 15:1-15:28*. **(INTERNATIONAL)**
6. Alkida Balliu, Sebastian Brandt, Fabian Kuhn, Dennis Olivetti, Gustav Schmid (2023): *"On the Node-Averaged Complexity of Locally Checkable Problems on Trees"*, in 37th International Symposium on Distributed Computing (DISC 2023). **(INTERNATIONAL)**

7. Ngoc-Thanh Nguyen, Keila Lima, Astrid Marie Slålvik, Rogardt Heldal, Eric Knauss, Tosin Daniel Oyetoyan, Patrizio Pelliccione, Camilla Sætre, Lars Michael Kristensen (2023) *Synthesized data quality requirements and roadmap for improving reusability of in-situ marine data in: 31st IEEE International Requirements Engineering Conference (RE23)*. (INTERNATIONAL)
8. Francesca Arcelli Fontana, Matteo Camilli, Davide Rendina, Andrei Gabriel Taraboi, Catia Trubiani: *Impact of Architectural Smells on Software Performance: an Exploratory Study*. *International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)*, 2023: 22-31. (INTERNATIONAL)
9. Riccardo Pincioli, Raffaella Mirandola, Catia Trubiani: *Modular Quality-of-Service Analysis of Software Design Models for Cyber-Physical Systems*. *International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE)* 2023: 88-104. (INTERNATIONAL)
10. Kenneth Johnson, Samaneh Madanian, Catia Trubiani "Patterns of Applied Control for Public Health Measures on Transportation Services under Epidemic", in the Proceedings of the International Conference on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems (SEAMS), 2024. (INTERNATIONAL)
11. A. Staffa, M. Palmieri, G. Morettini, F. Cianetti and C. Braccesi. Integration of Piezoresistive Sensors into AM Structural Components: *Evaluation of Sensor Properties and Its Impact on Component Mechanical Performance, 2024*. (NATIONAL)
12. D'Incecco, P., Gorinov, D. A., Dolci, M. et al., "The INAF Campo Imperatore Observatory in Abruzzo (Italy) as an Earth Observation Facility for the Study of Venus Night Airglows (VNAs), *Proceedings of the 55th Lunar, Planetary Science Conference*", held 11-15 March, 2024 at The Woodlands, Texas/Virtual. LPI Contribution No. 3040, id.2202 (2024). <https://ntrs.nasa.gov/citations/20240000324> (INTERNATIONAL)
13. M. Dolci, E. Brocato, G. Rodeghiero et al., "Upgrading the AZT24 telescope at the Campo Imperatore high-altitude observatory: design and installation of a new, seeing-enhanced NIR imager", *Proceedings of the SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2024 Conference*, id. 13096-336 (2024). (INTERNATIONAL)
14. Rodeghiero, G., Valentini, A., Dolci, M. et al., "A new near-IR imager for the 1.1m infrared telescope of the Campo Imperatore Observatory", *Proceedings of the 6th Chianti Topics*, held 26-29 February, 2024 in Florence. Video Mem. SALT, under publication (2024). (NATIONAL)
15. Luciana Rebelo, Érica Souza, Gian Berkenbrock, Gerson Barbosa, Marlon Silva, André Endo, Nandamudi Vijaykumar, Catia Trubiani (2023) "Prioritizing test cases with Markov Chains: a Preliminary Investigation", in 35th International Conference on Testing Software and Systems (ICTSS 2023). (INTERNATIONAL)
16. Samira Silva, Ricardo Caldas, Patrizio Pelliccione, Antonia Bertolino (2025) *An adaptive testing approach based on field data In: 6th ACM/IEEE International Conference on Automation of Software Test (AST)*. (INTERNATIONAL)
17. Alberto Avritzer, Andrea Janes, Catia Trubiani, Helena Rodrigues, Yuanfang Cai, Daniel Sadoc Menasché and Álvaro José Abreu de Oliveira, "Architecture and Performance Antipatterns Correlation in Microservice Architectures", *International Conference on Software Architecture (ICSA)*, 2025. (INTERNATIONAL)
18. Alessio Bucaioni, Amleto Di Salle, Ludovico Iovino, Patrizio Pelliccione, Franco Raimondi (2025) *Architecture as Code In: 22nd International Conference on Software Architecture (ICSA 2025)*. (INTERNATIONAL)
19. Compagnucci Ivan, Pincioli Riccardo, & Trubiani Catia. *Performance Analysis of Architectural Patterns for Federated Learning Systems*. *22nd IEEE International Conference on Software Architecture*. ICSA 2025. (INTERNATIONAL)
20. Di Frischia, S., Dolci, M. 2024: AI detection of S/N<1 Sources in infrared images: a deep learning algorithm developed for the AZT24 facility at Campo Imperatore Observatory, *Proceedings of the SPIE*, id. 13101, p. 131012Y (INTERNATIONAL)
21. Tiziano Santilli, Marco De Luca, Domenico Amalfitano, Anna Rita Fasolino, Patrizio Pelliccione (2024) *Characterizing Software Architectural Metrics for Continuous Compliance in the Automotive Domain* In: 21st IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA 2024). (INTERNATIONAL)
22. Keila Lima, Ngoc-Thanh Nguyen, Rogardt Heldal, Lars Michael Kristensen, Tosin Daniel Oyetoyan, Patrizio Pelliccione, Eric Knauss (2024) *A data-flow oriented software architecture for heterogeneous marine data streams* In: 21st IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA 2024). (INTERNATIONAL)
23. Alessio Bucaioni, Amleto Di Salle, Ludovico Iovino, Leonardo Mariani, Patrizio Pelliccione (2024) *Continuous Conformance of Software Architectures* In: 21st IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA 2024). (INTERNATIONAL)
24. A. Aloisio, M. Flammini, C.Vinci: "Generalized Distance Polymatrix Games", *Proc. of the 49th International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM)*, Cochem, Germany, Lecture Notes in Computer Science 14519, Springer, Basel, Switzerland, pp. 25-39. (INTERNATIONAL)
25. V. Bilò, M. Flammini, G.Monaco, L.Moscardelli, C.Vinci: "On Green Sustainability of Resource Selection Games with Equitable Cost-Sharing", *Proc. of the 23rd International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS)*, Auckland, New Zealand, IFAAMAS, Richland, South Carolina, USA. (INTERNATIONAL)

26. Gianlorenzo D'Angelo, Esmaeil Delfaraz: *Approximation Algorithms for Node-Weighted Directed Steiner Problems*. In 35th International Workshop on Combinatorial Algorithms (IWOCA 2024). (INTERNATIONAL)
27. D'Incecco, P., Gorinov, D. A., Dolci, M., Tartaglia, L., De Luise, F., Valentini, G., Cantiello, M., Filiberto, J., Bhiravarasu, S. S., Brocato, E., Rodeghiero, G., Valentini, A., Benedetti, S., Di Carlo, M., Di Cianno, A., Di Frischia, S., Napoleone, N., Piersimoni, A., Portaluri, E., Raimondo, G., Spanò, P., Di Achille, G. 2024: *The INAF Campo Imperatore Observatory in Abruzzo (Italy) as an Earth Observation Facility for the Study of Venus Night Airglows* (VNAs), Proceedings of the 55th Lunar, Planetary Science Conference, id. 3040, p. 2202 (INTERNATIONAL)
28. Dolci, M., Brocato, E., Rodeghiero, G., Di Frischia, S., D'Incecco, P., Canzari, M., Benedetti, S., De Luise, F., Di Carlo, M., Di Cianno, A., Napoleone, N., Piersimoni, A. M., Portaluri, E., Raimondo, G., Tartaglia, L., Valentini, A., Valentini, G. 2024: *Upgrading the AZT24 telescope at the Campo Imperatore high-altitude observatory: design, installation of a new, seeing-enhanced NIR imager*, Proceedings of the SPIE, id. 13096, p. 130968W, <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2024SPIE13096E..8WD> (INTERNATIONAL)
29. J. Afonso, E. Konjoh Selabi, M. Murgia, A. Ravara, E. Tuosto. *TRAC: a tool for data-aware coordination*. COORDINATION 2024 (To appear) (INTERNATIONAL)
30. C. G. Lopez Pombo, P. Montepagano, E. Tuosto. *SEArch: an execution infrastructure for service-based software systems*. COORDINATION 2024 (To appear) (INTERNATIONAL)
31. C. Bartolo Burlò, A. Francalanza, A. Scalas, E. Tuosto. *COTS: Connected OpenAPI Test Synthesis for RESTful Applications*. COORDINATION 2024 (To appear). (INTERNATIONAL)
32. Carlos G. Lopez Pombo, Agustín E. Martínez-Suñé, Emilio Tuosto: Automated Static Analysis of QoS Properties of Communicating Systems. To appear at FM 2024. (INTERNATIONAL) This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
33. Yechuan Xia, Alessandro Cimatti, Alberto Griggio, Jianwen Li: *Avoiding the Shoals - A New Approach to Liveness Checking*. CAV (1) 2024: 234-254. (INTERNATIONAL). This work has been funded by the European Union–NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041–VITALITY–CUP C63C22000560006
34. P. Haller, A. Hussein, H. Melgratti, A. Scalas, E. Tuosto: *Fair Join Pattern Matching for Actors*. To Appear at ECOOP 2024 (INTERNATIONAL). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001.
35. Omar Inverso, Emerson Sales, Emilio Tuosto: *Accurate Static Data Race Detection for C*. To Appear at FM 2024 (INTERNATIONAL) This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001.
36. G. D'Angelo and E. Delfaraz. Approximation Algorithms for Connected Maximum Coverage. In 24th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2025). (INTERNATIONAL). *Approximation Algorithms for Connected Maximum Coverage*. This work has been funded by the European Union–NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041–VITALITY–CUP J97G22000170005.
37. J. Andres Diaz-Pace, C. Trubiani, D. Garlan, “Data-driven Understanding of Design Decisions in Pattern-based Microservices Architectures”, European Conference on Software Architecture (ECSA), 2025, to appear. (INTERNATIONAL). *Replication package for: "Data-driven Understanding of Design Decisions in Pattern-based Microservices Architectures"*. This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001.

C. Monographs/others

1. Franco Barbanera, Ivan Lanese, Emilio Tuosto: *A Theory of Formal Choreographic Languages*. Log. Methods Comput. Sci. 19(3) (2023). *A Theory of Formal Choreographic Languages*. Log. Methods Comput. Sci. (Journal Paper without Q, but with DOI)
2. Ngoc Thanh Nguyen, Rogardt Heldal, Keila Lima, Tosin Daniel Oyetoan, Patrizio Pelliccione, Lars Michael Kristensen, Kjetil Waldeland Høydal, Pål Asle Reiersgaard, Yngve Kvinnsland (2023) *Engineering Challenges of Stationary Wireless Smart Ocean Observation Systems IEEE Internet of Things Journal*. DOI: 10.1109/JIOT.2023.3283252. Journal Paper without Q, but with DOI
3. Roger Nazir, Alessio Bucaioni, Patrizio Pelliccione (2023) Architecting ML-enabled systems: challenges, best practices, and design decisions Journal of Systems & Software (JSS). <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111860>. *Architecting ML-enabled systems: challenges, best practices, and design decisions Journal of Systems & Software (JSS)*. (Journal Paper without Q, but with DOI)
4. Gianlorenzo D'Angelo, Debashmita Poddar, Cosimo Vinci: Better bounds on the adaptivity gap of influence maximization under full-adoption feedback. Artif. Intell. 318: 103895 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.artint.2023.103895>. *Cosimo Vinci: Better bounds on the adaptivity gap of influence maximization under full-adoption feedback*. (Journal Paper without Q, but with DOI)

5. Samira Silva, Patrizio Pelliccione, Antonia Bertolino (2023) *Self-Adaptive Testing in the Field*, *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems*. <https://doi.org/10.1145/3627163>. Self-Adaptive Testing in the Field, ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems. (Journal Paper without Q, but with DOI)
6. Franco Barbanera, Ivan Lanese, Emilio Tuosto: *Composition of synchronous communicating systems*. *J. Log. Algebraic Methods Program*. 135: 100890 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.jlamp.2023.100890>. Composition of synchronous communicating systems. J. Log. Algebraic Methods Program (Journal Paper without Q, but with DOI)
7. Giovanni Quattrocchi, Emilio Incerto, Riccardo Pincioli, Catia Trubiani, Luciano Baresi, "Autoscaling Solutions for Cloud Applications under Dynamic Workloads", accepted for IEEE Transactions on Services Computing (TSC), to appear. DOI:10.1109/TSC.2024.3354062 *Autoscaling Solutions for Cloud Applications under Dynamic Workloads*, accepted for IEEE Transactions on Services Computing (TSC), to appear. (Journal Paper without Q, but with DOI)
8. P. Krupa, O. Inverso, M. Tribastone, A. Bemporad. "Certification of the proximal gradient method under fixed-point arithmetic for box-constrained QP problems". Elsevier Automatica 2024. <https://doi.org/10.1016/j.automatica.2023.111411> (Journal Paper without Q, but with DOI)
9. Rossi, A., Pescara, T., Gambelli, A. M., Gaggia, F., Asthana, A., Perrier, Q., Basta, G., Moretti, M., Senin, N., Rossi, F., Orlando, G. & Calafiore, R. "*Biomaterials for extrusion-based bioprinting and biomedical applications*". Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 12 (2024): 1393641. doi.org/10.3389/fbioe.2024.1393641 (Journal Paper without Q, but with DOI)
10. Srajan Goyal, Alberto Griggio, Stefano Tonetta: *System-level simulation-based verification of Autonomous Driving Systems with the VIVAS framework and CARLA simulator*. *Sci. Comput. Program*. 242: 103253 (2025) (Journal Paper without Q, but with DOI)
11. Samira Silva, Ricardo Caldas, Patrizio Pelliccione, Antonia Bertolino (2025) *Different Approaches for Testing Body Sensor Network Applications* *Journal of Systems & Software (JSS)*. (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
12. Luciana Brasil Rebelo dos Santos, Érica Ferreira de Souza, André Takeshi Endo, Catia Trubiani, Riccardo Pincioli, Nandamudi Lankalapalli Vijaykumar. "Performance regression testing initiatives: A systematic mapping". Information and Software Technology, Volume 179, 2025, 107641, ISSN 0950-5849 (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
13. João Paulo Costa de Araujo, Genáina Nunes Rodrigues, Marc Carwehl, Thomas Vogel, Lars Grunske, Ricardo Caldas, Patrizio Pelliccione (2024) Explainability for Property Violations in Cyber-Physical Systems: An Immune-Inspired Approach IEEE Software (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
14. Ricardo Caldas, Juan Antonio Piñera García, Matei Schiopu, Patrizio Pelliccione, Genáina Rodrigues, Thorsten Berger (2024) *Runtime Verification and Field-based Testing for ROS-based Robotic Systems* *IEEE Transactions on Software Engineering (TSE)* (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
15. A Petrucci, F Basciani, P Pelliccione: "AI/ML for safety-critical software: the case of the space domain", IEEE Software. (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
16. Lorenzo Bettini, Amleto Di Salle, Ludovico Iovino, Pierantonio. *Supporting reusable model migration with Edelta*. *The Journal of Systems & Software (JSS)*. (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
17. Andrea Bombarda, Silvia Bonfanti, Martina De Sanctis, Angelo Gargantini, Patrizio Pelliccione, Elvinia Riccobene, Patrizia Scandurra (2024) *Evaluation framework for autonomous systems: the case of Programmable Electronic Medical Systems* *IEEE Transactions on Software Engineering (TSE)*. (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
18. Tiziano Santilli, Patrizio Pelliccione, Rebekka Wohlrab, Ali Shahrokni (2024) Continuous Compliance in the Automotive Industry IEEE Software. (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
19. Davide Bilò, Gianlorenzo D'Angelo, Luciano Gualà, Stefano Leucci, Mirko Rossi: *Blackout-tolerant temporal spanners*. *J. Comput. Syst. Sci.* 141: 103495 (2024). (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Inno-

vation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001

20. Carlos Gustavo López Pombo, Agustín E. Martínez Suñé, Emilio Tuosto: *A Dynamic Temporal Logic for Quality of Service in Choreographic Models*. ICTAC 2023: 119-138 (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
21. Srajan Goyal, Alberto Griggio, Stefano Tonetta: *System-level simulation-based verification of Autonomous Driving Systems with the VIVAS framework and CARLA simulator*. *Science of Computer Programming Sci.* 242: 103253 (2025). <https://doi.org/10.1016/j.scico.2024.103253> (Journal Papers without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union–NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041–VITALITY–CUP C63C22000560006
22. Martin Jonáš, Jan Strejček and Alberto Griggio: "Combining Symbolic Execution with Predicate Abstraction and CEGAR. FMCAD 2024". <https://doi.org/10.34727/2024/isbn.978-3-85448-065-5> (Journal Papers without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union–NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041–VITALITY–CUP C63C22000560006
23. Sven Peldszus, Davide Brugali, Daniel Strüber, Patrizio Pelliccione, Thorsten Berger (2024) *Software Reconfiguration in Robotics. To appear at Empirical Software Engineering journal*. (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
24. Filippo Fabiani, Bartolomeo Stellato, Daniele Masti, Paul J. Goulart - *A neural network-based approach to hybrid systems identification for control (2024 maybe 2025) To appear in Automatica*. (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
25. Ngoc-Thanh Nguyen, Rogardt Heldal and Patrizio Pelliccione, *Concept-drift-adaptive Anomaly Detector for Marine Sensor Data Streams. Internet of Things journal, Elsevier. To appear. 2024*. (Journal Paper without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001
26. Carnevale, D., D'Angelo, G., & Olsen, M. (2025). *Approximating Optimal Labelings for Temporal Connectivity. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*,

39(25), 26490-26490-26497. (Journal Paper without Q, but with DOI). Approximating Optimal Labelings for Temporal Connectivity | Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY – CUP: D13C21000430001.

Articoli peer-reviewed - Advanced technologies for space industry

Milestone 23 - Advanced technologies for space industry

A. Peer-reviewed journal papers

1. Barbato F., Abba A., Anastasio A., Barbarino G., Boiano A., De Mitri I., Di Giovanni A., Ferrentino L., Garufi F., Guida R., Papa S. Renno F., Vanzanella A., Wu L. - *CRYSTAL EYE: A new X and gamma ray all-sky-monitor for space missions - Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Volume 1049, April 2023, Article number 168045. (Q1)
2. Remani, A., Rossi, A., Peña, F., Thompson, A., Dardis, J., Jones, N., ... Senin, N., ... & Leach, R. (2024). *In-situ monitoring of laser-based powder bed fusion using fringe projection. Additive Manufacturing*, 90, 104334. (Q1). This work has been funded by the European Union–NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041–VITALITY–CUP J97G22000170005.

B. Conference proceedings

1. R. Colalillo, F. C. T. Barbato, I. De Mitri, A. DiGiovanni, M. Fernandez Alonso, G. Fontanella, F. Garufi, F. Guarino, I. Siddique, A. Smirnov, L. Valore, and Libo Wu - *Crystal Eye: a wide sight on the Universe for X and gamma-ray detection* - Proceedings of Science, PoS (ICRC2023) 1538, 2023. (INTERNATIONAL)
2. Garufi F., Abba A., Anastasio A., Barbarino, Barbato F.C.T., G., Boiano A., De Asmundis R., De Mitri I., Ferrentino L., Guarino F., Guida R., Vanzanella A. - *The Crystal Eye X and gamma-ray detector for space missions* - Journal of Physics: Conference Series Open Access Volume 2429, Issue 1, 2023. (INTERNATIONAL)
3. A. Staffa, M. Palmieri, G. Morettini, F. Cianetti and C. Braccisi. Integration of Piezoresistive Sensors into AM Structural Components: Evaluation of Sensor Properties and Its Impact on Component Mechanical Performance. DOI:10.1088/1757-899X/1306/1/012021. This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY. We acknowledge Università degli

Studi di Perugia and MUR for support within the project Vitality. **(NATIONAL)**

4. Achilli G.M., Angelella S., Dionigi M., Logozzo S., Valigi M.C. *Preliminary Development of a Fluidic Device for Astrobiology Missions (2024) Mechanisms and Machine Science*, 160 MMS, pp. 287 - 295. Authors kindly acknowledge the project ASTROCUBE: Esperimenti e payload miniaturizzati per piattaforme CubeSat. **(INTERNATIONAL)** This work has been funded by the European Union-NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY. Authors acknowledge Università degli Studi di Perugia and MUR for support within the project Vitality.
5. Angelella S., Albi E., Dionigi M., Logozzo S., Valigi M.C. *Proposal and Modeling by Simscape Multibody of a Mechatronic Device for Breast Cancer Cells Experiments (2024) Mechanisms and Machine Science*, 164 MMS, pp. 546 - 554, Cited 0 times. **(INTERNATIONAL)** This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041 - VITALITY. We acknowledge Università degli Studi di Perugia and MUR for support within the project Vitality. And for contamination, this research was also partially funded by the University of Perugia, both Fondo progetti di ateneo WP 4.3 by means of Progetto Astrocube and Progetto Colonize\201D.
6. Virginia Burini, Silvia Logozzo, Maria Cristina Valigi, A new SMART gripper with soft fingers and integrated force sensors for adaptive robotic tasks, *Robotics and Autonomous Systems*, Volume 195, 2026, 105218, ISSN 0921-8890. This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY. We acknowledge Università degli Studi di Perugia and MUR for support within the project Vitality. **(NATIONAL)**

C. Monographs/others

1. Michele Moretti, Arianna Rossi, Nicola Senin, *"Optical tomography by laser line scanning and digital twinning for in-process inspection of lattice structures in material extrusion."* *Additive Manufacturing (2024)*, Volume 93, 2024, 104424, <https://doi.org/10.1016/j.addma.2024.104424>. This work has been funded by the European Union-NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY-CUP J97G22000170005. (Journal Papers without Q, but with DOI)
2. Rossi A, Pescara T, Gambelli AM, Gaggia F, Asthana A, Perrier Q, Basta G, Moretti M, Senin N, Rossi F, Orlando G and Calafiore R. *"Biomaterials for extrusion-based bioprinting and biomedical applications"*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 12 (2024): 1393641. DOI: 10.3389/fbioe.2024.1393641. This work has been funded by the European Union-NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Inno-

vation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY-CUP J97G22000170005. (Journal Papers without Q, but with DOI)

3. Bertolini, V.; Faba, A.; Dionigi, M.; Cardelli, E. *Frequency Domain Model of a Resonant LCC-S Converter for High-Frequency Wireless Power Transfer Applications Considering Switching Losses in MOSFETs Bridge*. *Appl. Sci.* 2025, 15, 5878. (Journal Papers without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union-NextGenerationEU, under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY-CUP J97G22000170005
4. Angelella, S.; Burini, V.; Logozzo, S.; Valigi, M.C. *Characterization and Optimization of a Differential System for Underactuated Robotic Grippers*. *Machines* 2025, 13, 717. (Journal Papers without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY. We acknowledge Università degli Studi di Perugia and MUR for support within the project Vitality.
5. *Three-Dimensionally Printed Temperature Sensors Based on Conductive PLA Materials*. A Staffa, G Krivic, M Tocci, M Palmieri, F Cianetti, J Slavič *Sensors* 25 (20), 6348. (Journal Papers without Q, but with DOI). This work has been funded by the European Union - NextGenerationEU under the Italian Ministry of University and Research (MUR) National Innovation Ecosystem grant ECS00000041-VITALITY. We acknowledge Università degli Studi di Perugia and MUR for support within the project Vitality.

ASTRA

ADVANCED SPACE
TECHNOLOGIES AND
RESEARCH ALLIANCE

SPOKE



PUBLIC AFFILIATES



PRIVATE AFFILIATES

