



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076-1.0
Revisione: A
Data: 30/04/2024
Pagina: 1 di 30
Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

	UNITA' / NOME	FIRMA	DATA
PREPARATO	UIC – Francesco Tataranni		
	UOT – Giorgio Viavattene		
	UQT- Marianna Rinaldi		
	UTC – Raffaele Votta		
	UIC – Tiziana Scopa		
VERIFICATO	UOT – Francesco Longo		
APPROVATO	UOT – Francesco Longo		

Registro delle modifiche

Data	Sezione del documento / Motivo della revisione	Revisione
30/04/2024	Prima emissione formale	A

ALLEGATI:

Vedi INDICE all'interno

DISTRIBUZIONE DEL DOCUMENTO:

Allegato alla Richiesta d'Offerta



Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

INDICE

2.0	SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE	3
3.0	DEFINIZIONI ED ACRONIMI	3
2.1	<i>DEFINIZIONI</i>	3
2.2	<i>ACRONIMI</i>	3
3.0	DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO	5
3.1	<i>DOCUMENTAZIONE APPLICABILE</i>	5
3.2	<i>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</i>	6
3.3	<i>ORDINE DI PRECEDENZA</i>	6
4.0	OBIETTIVI E ATTIVITÀ	6
4.1	<i>CONTESTO</i>	7
4.1.1	<i>STATO DI DEFINIZIONE DELLO STRUMENTO LIDAR</i>	10
4.2	<i>DESCRIZIONE DELLA FORNITURA</i>	15
4.3	<i>DESCRIZIONE E REQUISITI DELLE ATTIVITÀ</i>	18
4.4	<i>ALBERO DEL PRODOTTO</i>	22
4.5	<i>FILOSOFIA DI SVILUPPO E DEI MODELLI</i>	22
5.0	PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITA', FASI ED EVENTI CHIAVE	23
6.0	FORNITURE DI RESPONSABILITÀ DI ASI	24
7.0	FORNITURA CONTRATTUALE	24
7.1	<i>HW/SW</i>	24
7.2	<i>DOCUMENTAZIONE</i>	25
ANNEX 1: DOCUMENTAZIONE DA CONSEGNARE*		26
ANNEX 2: REQUISITI DI MISSIONE		30



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076-1.0
Revisione: A
Data: 30/04/2024
Pagina: 3 di 30
Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

2.0 SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE

Questo documento costituisce il Capitolato Tecnico (CT) relativo alla Richiesta d'Offerta dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) per il progetto delle Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema End-to-End per la missione CALIGOLA.

I requisiti e quanto specificato nel presente CT sono resi applicabili all'Offerente, che assumerà la completa responsabilità ("end-to-end") dell'esecuzione del progetto e, per quanto loro applicabile, a tutti i partner e/o sotto-contraenti coinvolti per le attività/responsabilità conferite al fine di assicurare la piena conformità della fornitura.

3.0 DEFINIZIONI ED ACRONIMI

2.1 DEFINIZIONI

Le definizioni contenute nello standard "ECSS system - Glossary of terms", ECSS-S-ST-00-01C sono applicabili.

Si riportano qui di seguito le definizioni di uso frequente nel processo

Prodotto: s'intende la fornitura contrattuale

Sistema end-to-end: s'intende la realizzazione di tutte le componenti HW e SW di space e di ground, le attività di interazione con il lanciatore, la predisposizione di tutte le procedure operative e dei manuali, la predisposizione delle attività di gestione e manutenzione di tutto il sistema, la conduzione delle attività di LEOP e Commissioning; si intendono escluse quelle componenti o attività identificate espressamente come CFI forniti da ASI.

CALIGOLA Platform: si intende la piattaforma su cui sarà assemblato il payload LIDAR per formare l'intero Space Segment.

CALIGOLA Payload LIDAR: si intende lo strumento LIDAR che sarà utilizzato per effettuare le acquisizioni dei dati scientifici previsti dalla missione.

CALIGOLA Space Segment: si intende il satellite in volo comprensivo di piattaforma e payload LIDAR. Riferito anche come CALIGOLA Observatory.

CALIGOLA Ground Segment: si intende l'insieme delle infrastrutture di terra dedicate alle comunicazioni con lo Space Segment, al controllo e gestione dello Space Segment e all'acquisizione, processamento e distribuzione dei dati e dei prodotti scientifici generati.

CALIGOLA System: si intende l'insieme di Space Segment, Ground Segment e operazioni; rappresenta l'insieme di tutti i componenti e di tutte le attività previste dalla missione CALIGOLA.

2.2 ACRONIMI

ASI: Agenzia Spaziale Italiana

CGA: Capitolato Generale ASI

CI: Configuration Item

DA: Documento applicabile

DEL: (documento da consegnare)

DR: Documento di riferimento



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076-1.0

Revisione: A

Data: 30/04/2024

Pagina: 4 di 30

Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

ECSS: European Cooperation for Space Standardization

EIDP: End Item Data Package

FDS: Flight Dynamic System

GSE: Ground Support Equipment

HW: Hardware

MADS: ASI Multimission Access Data System

NSN: NASA Near Space Network

PA: Product Assurance

PT: Product Tree

RdO: Richiesta d'Offerta

SOC: Statement Of Compliance

SW: Software

WBS: Work Breakdown Structure



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076-1.0
Revisione: A
Data: 30/04/2024
Pagina: 5 di 30
Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

3.0 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO

Tutti i requisiti inclusi nei “Documenti Applicabili”, per quanto non espressamente richiamati nel testo del presente documento, formano il set completo dei Requisiti che l’Offerente deve considerare come applicabili alla Richiesta d’Offerta dell’Agenzia Spaziale Italiana (ASI) per le attività industriali di fase A per lo sviluppo della Piattaforma e del Ground Segment per la missione CALIGOLA.

Laddove i Documenti Applicabili contengano requisiti contraddittori, l’Offerente è tenuto a notificarli ad ASI e proporre soluzioni tese alla loro risoluzione. In caso di mancata notifica si applica il requisito più stringente.

Per i documenti, laddove non sia specificata la versione, si intende applicabile l’ultima versione disponibile.

3.1 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE

I seguenti documenti costituiscono parte integrante del presente Capitolato Tecnico secondo la priorità definita nel paragrafo § 3.3 “Ordine di Precedenza”; essi debbono essere applicati dall’ offerente nello sviluppo dell’offerta.

GENERALI

- [DA 01] *Istruzione Operativa “Preparazione dell’Offerta da parte di Contraenti Industriali, Università ed Enti Pubblici di Ricerca” – Doc. OP-UPQ-2016-004, per Richieste di Offerta di importo superiore ai 400 keuro, IVA esclusa*
- [DA 02] *Capitolato generale - ASI CI-CTR-2018_016 rev.A del 26-04-2018, sito web: https://bandiasi.almaviva.it/sites/default/files/attach/pagina/capitolato_generale_per_i_contratti_industriali_di_servizi_di_ricerca_e_sviluppo.pdf*

GESTIONE

- [DA 03] *Istruzione Operativa “Requisiti per la preparazione della Work Breakdown Structure (WBS)” - Doc. OP-IPC-2005-002*
- [DA 04] *Istruzione Operativa “Linee guida per il Tailoring delle norme ECSS” – Doc. OP-UQT-2022-001*
- [DA 05] *“ECSS system - Glossary of terms” – Doc. ECSS-S-ST-00-01C*

PRODUCT ASSURANCE

- [DA 06] *“Sistemi di Gestione per la Qualità”, doc. UNI EN ISO 9001:2015*
- [DA 07] *Istruzione Operativa “Norme per la redazione del Piano di Assicurazione del Prodotto (PA Plan)”, Doc. OP-IPC-2005-008*
- [DA 08] *ECSS First step Tailoring CALIGOLA, Doc. DC-UQT-2024-010*
- [DA 09] *PA requirements CALIGOLA, Doc. DC-UQT-2024-011*

MISSION RELATE DOCUMENT

- [DA 10] *Mission Requirement Document, DC-UIC-2024-061-8.0”, MRD-CALIGOLA-DC-UIC-2024-061-8.0*



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076-1.0
Revisione: A
Data: 30/04/2024
Pagina: 6 di 30
Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

3.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I documenti di riferimento di seguito elencati devono essere utilizzati dall'Offerente al fine di trarre: linee guida, dati di confronto, informazioni suppletive per la migliore comprensione dei requisiti, esempi gestionali, etc.

In assenza di specifici requisiti, i documenti di riferimento devono costituire l'elemento di confronto tecnico, operativo e gestionale rispetto al quale l'Offerente deve realizzare le attività contrattuali.

- [DR 1] ECSS-M-ST-80C – Risk management
- [DR 2] ECSS-M-ST-10C Rev.1, Project organization
- [DR 3] ECSS-M-ST-60C, Cost and schedule management
- [DR 4] <https://www-calipso.larc.nasa.gov/>
- [DR 5] https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/FutureEO/Aeolus
- [DR 6] https://science-data.larc.nasa.gov/LITE/n_overview.html
- [DR 7] <https://cats.gsfc.nasa.gov/>
- [DR 8] <https://aos.gsfc.nasa.gov/>

3.3 ORDINE DI PRECEDENZA

L'ordine di precedenza tra i documenti applicabili all'offerta sarà il seguente:

- o lettera di RdO
- o CGA ([DA 02])
- o il presente Capitolato Tecnico
- o i Documenti Applicabili identificati nella sezione 3.1
- o tutti i documenti generati dall'ASI ed accettati dall'Offerente.

In caso di conflitto fra requisiti ha prevalenza il più stringente.

Il contraente è **tenuto ad evidenziare ogni eventuale conflitto tra i requisiti e sottoporlo ad ASI** per la sua risoluzione.

4.0 OBIETTIVI E ATTIVITÀ

Sulla base del grande interesse emergente nel settore dei LIDAR per l'osservazione della Terra, l'Agenzia Spaziale Italiana ha previsto nei propri documenti di indirizzo lo sviluppo di una missione LIDAR attraverso lo sfruttamento della capacità tecnologiche nazionali e l'implementazione di partnership internazionali di altissimo livello.

L'attività richiesta si inserisce nello scenario delle missioni di osservazione della terra con una forte componente di ricerca scientifica, Earth Science, sviluppate attraverso collaborazioni internazionali. L'obiettivo è quello di capitalizzare e consolidare il livello di eccellenza tecnologica raggiunta dall'industria italiana nella realizzazione del trasmettitore laser ad alta potenza, attraverso la realizzazione di uno strumento LIDAR completo. La realizzazione di una missione completa, con prestazioni a livello di eccellenza, consentirà di consolidare, estendere e ampliare il know-how, della comunità scientifica nazionale, sull'utilizzo di questa particolare tecnologia e tipologia di dati OT.



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076-1.0

Revisione: A

Data: 30/04/2024

Pagina: 7 di 30

Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

La missione sarà realizzata **nell'ambito di una collaborazione internazionale con NASA**. La NASA fornirà i detector ad alte prestazioni, compresa l'elettronica di conversione ADC, che saranno utilizzati per la realizzazione dello strumento, fornirà infrastrutture di terra per il processamento dei dati acquisiti e contribuirà alle attività operative mettendo a disposizione la sua infrastruttura di reti di stazioni di terra, NSN.

La notevole conoscenza e esperienza, acquisita dall'agenzia americana, anche grazie alle precedenti missioni LIDAR che ha implementato e operato con successo, forniranno un valore aggiunto a tutta la missione, costituiranno una maggiore garanzia di successo, e contribuiranno alla crescita di questo specifico settore dell'osservazione della Terra a livello nazionale.

4.1 CONTESTO

CALIGOLA è una missione spaziale Raman LIDAR con un focus primario sull'atmosfera, ma anche un consolidato interesse per lo studio del sistema Oceano-Terra-Atmosfera e delle mutue interazioni al suo interno.

CALIGOLA è l'acronimo di Cloud Aerosol LIDAR (Global Scale Observations of the Ocean-Land Atmosphere System) e mira a raccogliere un set di dati osservativi senza precedenti in grado di generare una crescente conoscenza scientifica nei settori delle scienze atmosferiche, acquatiche, terrestri, criosferiche e idrologiche.

Nel 2021 l'Agenzia Spaziale Italiana ha avviato attività scientifiche e tecnologiche con l'obiettivo di progettare e sviluppare CALIGOLA con una prospettiva di lancio della missione nella finestra temporale 2030 – 2031.

Uno studio di Fase A sulla fattibilità dello strumento LIDAR è stato avviato nell'ottobre 2022, commissionato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) a Leonardo S.p.A. (LDO). L'attività si basa sull'importante patrimonio e background di LDO nello sviluppo di strumenti LIDAR (ovvero ALADIN sulla missione ESA Aeolus e strumento ATLID sulla missione ESA EarthCare), per la progettazione di uno strumento innovativo con un numero più elevato di emissioni, lunghezze d'onda e canali di ricezione per ampliare il panorama delle questioni scientifiche affrontabili con i relativi dati

Inoltre, ASI ha avviato diversi sviluppi tecnologici al fine di aumentare il TRL nel settore LIDAR.

Durante le prime attività di definizione della missione, l'Agenzia ha riscontrato l'interesse della NASA per gli obiettivi scientifici e la specificità della missione e, in questa direzione, è stata avviata, fin dall'inizio delle attività, un'interazione molto intensa ed efficace con la NASA.

Alla fine di ottobre 2023, si è tenuto presso ASI un incontro con un team di esperti della NASA appartenente al Langley Research Center (LaRC <https://www.nasa.gov/Langley/>), un centro NASA di eccellenza situata a Hampton, Virginia.

A seguito di questo incontro, sono stati implementati diversi gruppi di lavoro che coinvolgono ASI, NASA, LEONARDO e la comunità scientifica italiana, che si incontrano periodicamente per discutere sia aspetti tecnico-scientifici che programmatici della missione.

Durante la prima metà di febbraio 2024 si è tenuto a Roma, un secondo incontro con un team di esperti della NASA in cui si è fatto il punto della situazione e si sono stabilite alcune attività da svolgere sino al prossimo incontro in presenza che si terrà negli Stati Uniti verso Giugno 2024.

ASI-NASA hanno avviato una proficua collaborazione per finalizzare gli obiettivi della missione in termini di:

- 1) obiettivi scientifici atmosferici/oceanici,

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

- 2) parametri atmosferici/oceanici da misurare per raggiungere questi obiettivi scientifici,
- 3) requisiti osservativi (accuratezza, precisione, risoluzione verticale e orizzontale, portata verticale sonda) per parametri atmosferici/oceanici.

L'enorme competenza della NASA nella progettazione e nello sviluppo di sistemi LIDAR spaziali per scopi di osservazione della Terra è stata dimostrata in una varietà di missioni passate e presenti. Il coinvolgimento della NASA nella missione CALIGOLA è principalmente incentrato sulla progettazione e sviluppo di rilevatori e sistemi di campionamento che coprano l'ampissima gamma dinamica degli echi LIDAR atmosferici-superficiali-oceanici.

L'utilizzo della tecnologia LIDAR per ottenere informazioni sulle caratteristiche dell'atmosfera e della superficie terrestre è una tecnica già sfruttata in passato e verrà presa in considerazione in diverse missioni future. Tra gli altri:

- il Lidar In-space Technology Experiment (LITE) della NASA, che volò sul Discovery Space Shuttle nel settembre 1994;
- la missione NASA-CNES CALIPSO (Caliop), lanciata nel 2006, appena dismessa;
- il NASA-CATS, operato da febbraio 2015 a ottobre 2017 a bordo della Stazione Spaziale Internazionale;
- Missione ESA AEOLUS (Aladin), lanciata nel 2018, appena dismessa;
- Missione ESA EarthCARE (Atlid), che sarà lanciata nel primo trimestre del 2024, con una durata prevista di 3 anni, si spera estendibile fino a 5 anni;
- Missione DLR-CNES MERLIN (Manthrop Remote Sensing Lidar Mission), da lanciare nel primo trimestre del 2028;
- La missione della NASA "Aerosol-Cloud-Ecosystem" (ACE), ora Atmosphere Observing System (AOS), AOS-I, verrà lanciata nel 2029, AOS-P nel 2031-2032.

L'Italia non dispone, ad oggi, di un proprio sistema satellitare per l'Osservazione della Terra con tecnologia laser LIDAR e la missione CALIGOLA, con la collaborazione di NASA, risponde alle necessità espresse dalla comunità nazionale degli utenti (sia scientifica che applicativa) e permette di completare la capacità osservativa del nostro Paese.

Stante quanto sopra, gli obiettivi di alto livello dell'iniziativa sono:

- consolidare la cooperazione, oltre che a livello istituzionale tra le Agenzie Spaziali, tra le comunità industriali, scientifiche ed applicative dei due Paesi;
- fungere da volano per ulteriori opportunità di cooperazione tra l'ASI e la NASA, di interesse per la comunità scientifica, applicativa ed industriale nazionale;
- creare i necessari presupposti per la crescita delle competenze scientifiche ed applicative di centri di ricerca nazionali, sia pubblici che privati, e per le Piccole e Medie Imprese (PMI), attraverso la disponibilità dei dati di osservazione della terra acquisiti con tecnologia LIDAR;

Le missioni spaziali dedicate alle applicazioni scientifiche sono di fondamentale importanza per l'ASI in quanto consentono di estendere le capacità di osservazione della Terra messe a disposizione della comunità scientifica a livello internazionale e consolidare la leadership dell'industria spaziale italiana nello sviluppo di sensori remoti attivi per l'osservazione della Terra.

L'obiettivo di questo progetto è lo studio di fattibilità (fase A/B1) per lo sviluppo della **Piattaforma Satellitare** che ospiterà lo strumento LIDAR e del **Sistema E2E** della intera missione CALIGOLA che verrà implementata con la collaborazione di NASA.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

Per questa missione, in cui lo sviluppo dello strumento gioca un ruolo primario fondamentale, l’Agenzia ha già avviato uno studio di fattibilità (fase A) per la definizione dei requisiti dello strumento LIDAR con approccio “Payload First”. Lo studio di fase A dello strumento è stato esteso e ampliato per coprire tutte le attività di fase A/B1, per supportare l’integrazione dei detector ad elevate prestazioni che saranno forniti da NASA.

Il presente progetto dovrà efficacemente e costantemente interagire e integrarsi con il progetto di attività A/B1 in cui, in parallelo, si sta studiando e sviluppando lo strumento LIDAR, per trarre il massimo vantaggio dai risultati ottenuti e dai requisiti individuati, e orientare i rispettivi sviluppi e interfacce per implementare l’intera missione CALIGOLA anche attraverso attività congiunte di co-engineering con Leonardo Spa.

Inoltre, la missione CALIGOLA potrebbe beneficiare delle possibilità di svolgere **attività congiunte con il satellite AOS-Sky della futura costellazione Atmosphere Observing System (AOS)** [DR 8] che la NASA sta implementando. Negli ultimi anni di vita della missione, qualora il periodo complessivo di sovrapposizione lo consenta, sarà implementata una attività di **volo in formazione** con il satellite AOS-Sky. L’utilizzo congiunto e sincronizzato dei due satelliti consentirà di ottenere misure senza precedenti di assoluto rilievo in ambito scientifico per lo studio dell’atmosfera e delle interazioni aria-acqua-terra.

La figura seguente illustra l’attuale concetto di missione che dovrà essere ulteriormente dettagliato ed approfondito nel corso delle attività di fase A/B1 descritte nel presente capitolato.

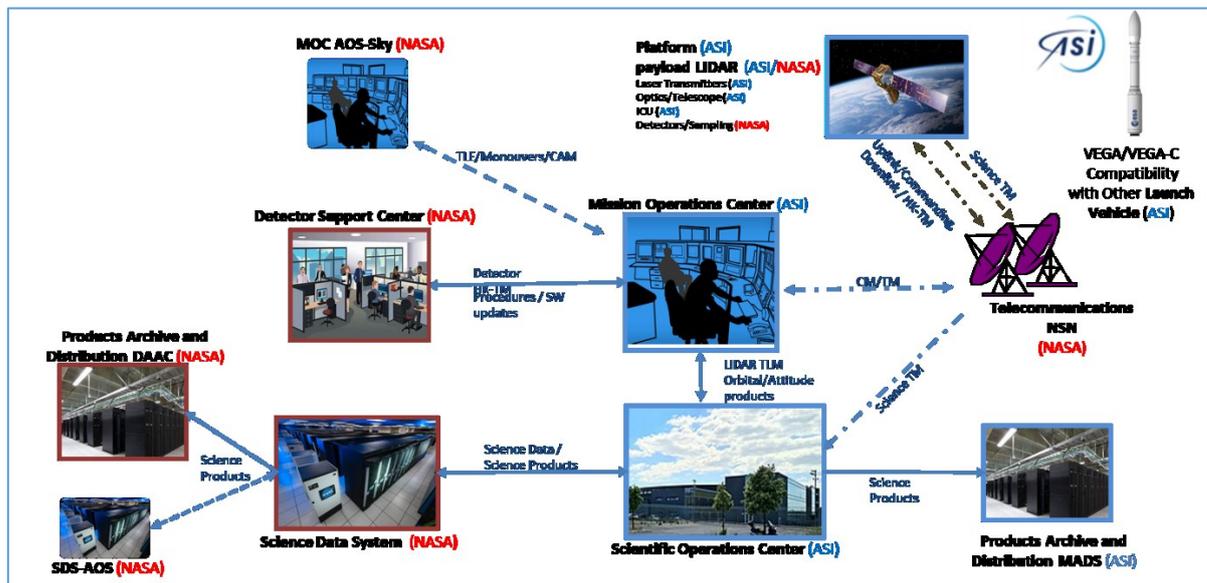


Figura 1 Concetto Preliminare di Missione per CALIGOLA

Affinché la missione possa trarre vantaggio dalla possibilità di volo in formazione con AOS-Sky, i parametri orbitali della missione CALIGOLA dovranno essere scelti in maniera appropriata, e in coordinamento con NASA.

La figura seguente illustra graficamente tutte le attività di missione identificando quelle in corso e quelle previste dalla fornitura cui si riferisce il presente capitolato. Le barre colorate forniscono una idea di massima della sequenza temporale con cui sono state attivate le varie attività.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

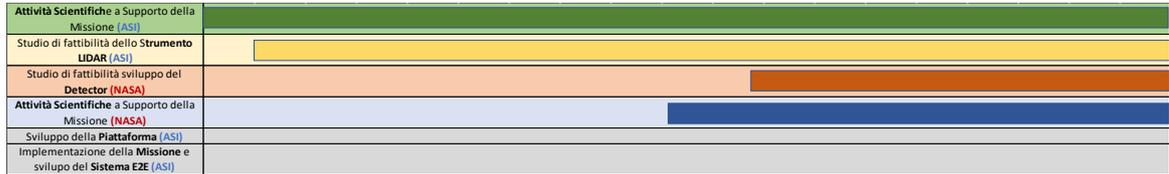


Figura 2 Attività in corso e relative responsabilità.

La presente fornitura si riferisce alle attività in “grigio” rappresentate nel diagramma di contesto riportato nella figura precedente. **Tutte le attività, anche se gestite su contratti paralleli, dovranno interagire intensamente ed efficacemente per raggiungere gli obiettivi di missione per CALIGOLA.** In particolare l’attività di Sistema E2E dovrà agire da raccordo e coordinare tutte le altre attività in corso e dovrà assumersi la responsabilità di integrare gli output delle varie attività di studio e valutazione tecnico scientifica allo scopo di verificare la rispondenza E2E agli obiettivi di missione.

4.1.1 STATO DI DEFINIZIONE DELLO STRUMENTO LIDAR.

Le attività di verifica di fattibilità dello strumento LIDAR sono già state avviate da ASI in una logica di sviluppo della missione di tipo Payload-First.

L’attuale output dell’analisi di fattibilità dello strumento ha portato a definire un disegno preliminare simile a quello riportato nella figura seguente.

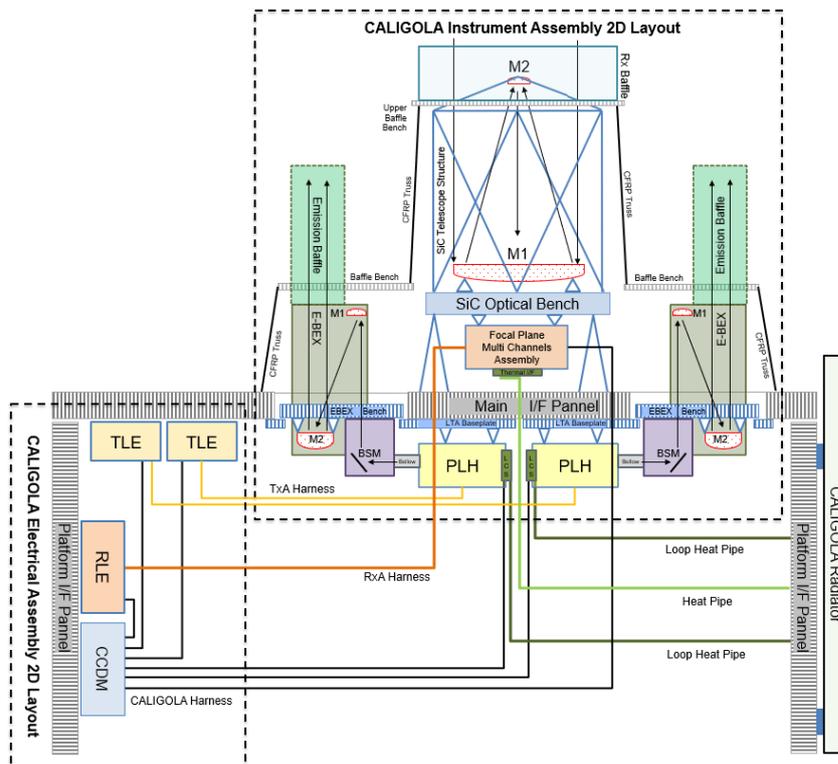


Figura 3 Layout 2D preliminare Payload LIDAR.



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076-1.0
Revisione: A
Data: 30/04/2024
Pagina: 11 di 30
Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

Si fa presente che il payload prevede di condividere con il satellite le strutture di supporto, alcune apparecchiature elettriche e un radiatore per la dissipazione del calore; Il disegno preliminare del payload prevede radiatore e Heat Pipe delegati al satellite. Le interfacce Satellite-Payload, compresa quella termica, saranno oggetto di **attività di Co-engineering tra i Team di satellite e di Payload.**

Dopo le attività di analisi svolte da Leonardo, alla FIRR vengono riportati i seguenti valori di riferimento per lo strumento:

- Payload Mass: 810Kg baseline / 710Kg mass-saving option
- Payload Electric Power: 940W average
- Payload Total Heat Power: 970W
- Science Data Volume: 8 Tbit/day
- Telemetry and HouseKeeping Data Volume: 1.2 Gbit/day

La tabella seguente riporta i parametri fondamentali relativi allo strumento LIDAR.

PARAMETER	REQUIREMENTS	JUSTIFICATION
Payload Mass (kg)	<ul style="list-style-type: none">o envelope1 : 810 Kg ; → Baselineo envelope2 : 705 Kg ; → LDO proposal Embedded for mass saving option	Envelope1 : Updated Mass Budget evaluation from FIRR to consider the NASA detectors/electronics and MRD requirements Envelope2 : Mass budget evaluation of Instruments integrated with platform for mass saving option
Environmental Constraint	sinusoidal / shock / Vibro-Acoustic / Quasi-Static Load see dedicated tables	Hyp : VEGA-C launcher
Cleanliness	The cleanliness level for handling and integration Instrument on Spacecraft shall be as a minimum ISO-14644 class 8, and for special equipment (tbd) in class 7 (TBC) of ISO-14644.	-
Contamination sensitive equipments	Protective measures (TBD) to limit contamination sources and outgassing coming from spacecraft during launch and in the early in-orbit operations shall be implemented.	-
Payload Electrical Power (W)	940 W (avg)	Reviewed Pwr Budget from FIRR
Payload Heat Power (W)	970 W	Reviewed Heat Budget from FIRR
Science Data Volume	8 Tbit/day	Data volume budget hyp 12 channel
Telemetry and HouseKeeping Data Volume	< 1.2 Gbit/day (TBC)	TM 800 (Mbit/day) TBC + Calibration 500 (Mbit/day) TBC
Command & Control Uplink	> 20 Kbps (TBC)	-
Pointing Knowledge	± TBD	from Mission Requirement CLG-MRD-70
Pointing Control	± TBD°/s	from Mission Requirement CLG-MRD-71
Pointing Stability (<10Hz)	<0.017°/s on time scales of <TBD	MRD v7.2 - CLG-MRD-72
Pointing Jitter	<0.017°/s (TBC) on time scales of >TBD	MRD v7.2 - CLG-MRD-72
Mission Life	3.5year requirement, with expendables for 2+ years (TBC)	MRD v7.2
Orbit - Altitude	Sun-synch (polar) orbit with an altitude of 450+/-20 km altitude.	MRD v7.2 - CLG-MRD-68
Orbit - Crossing Time	Descending node (TBC) with crossing time 13:30 hrs +/- 15 min (TBC)	MRD v7.2 - CLG-MRD-69

Figura 4 Instrument Constraint to Spacecraft.

I valori riportati saranno soggetti ad ulteriore affinamento e consolidamento da parte del team di strumento.

Attualmente l'Agenzia con il responsabile di payload e la NASA sta portando avanti una attività di mitigazione del rischio anche attraverso una ri-valutazione dei requisiti di missione. In particolare, rispetto al numero dei canali previsti in ricezione, si è deciso di rivedere la baseline [DA 10], considerando un numero di canali totali complessivi pari a 8 invece dei 10(baseline) + 2(optional) inizialmente previsti.

La piattaforma proposta dovrà essere, in grado di supportare i parametri di payload riportati.

La tabella seguente riporta, invece, i vincoli ambientali preliminari rilevati per lo strumento LIDAR.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

	Sinusoidal Environment		
	longitudinal	lateral	
	shock Environment		
	longitudinal	lateral	
	Vibro-Acoustic Environment		
Envelope #1	Acoustic Environment		
	Randomic Vibration Environment		
	Acoustic Environment		
Envelope #2	Randomic Vibration Environment		
	longitudinal	lateral	
	Quasi-Static Load Environment		
	longitudinal	lateral	
	Load Events Envelop - tension [g]	3	+1.35
	Load Events Envelop - compression [g]	-3.5 (tbc)	-1.35

Figura 5 Instrument Environmental Constraints.

Di seguito sono riportati gli involuipi di due differenti soluzioni proposte da Leonardo.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

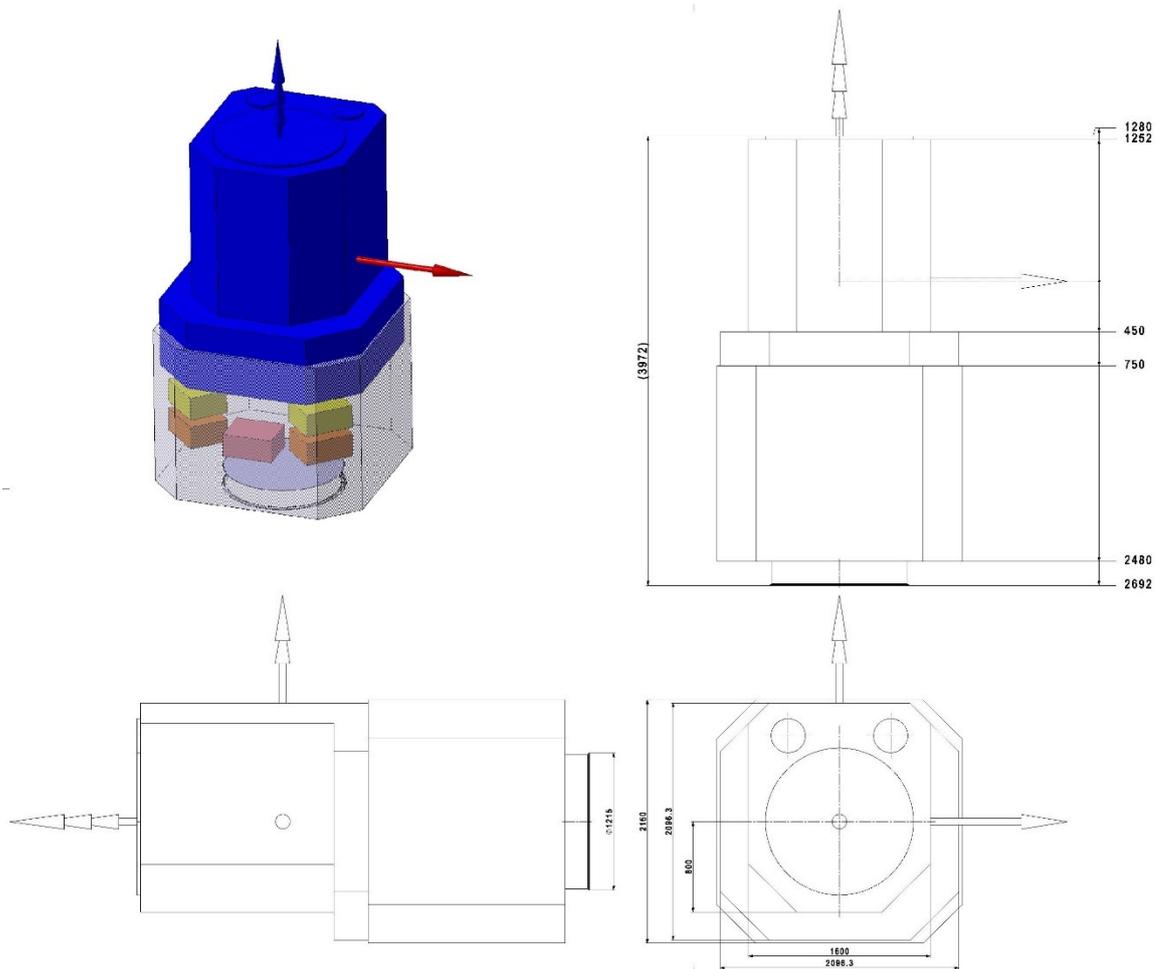


Figura 6 Instrument Baseline Configuration.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

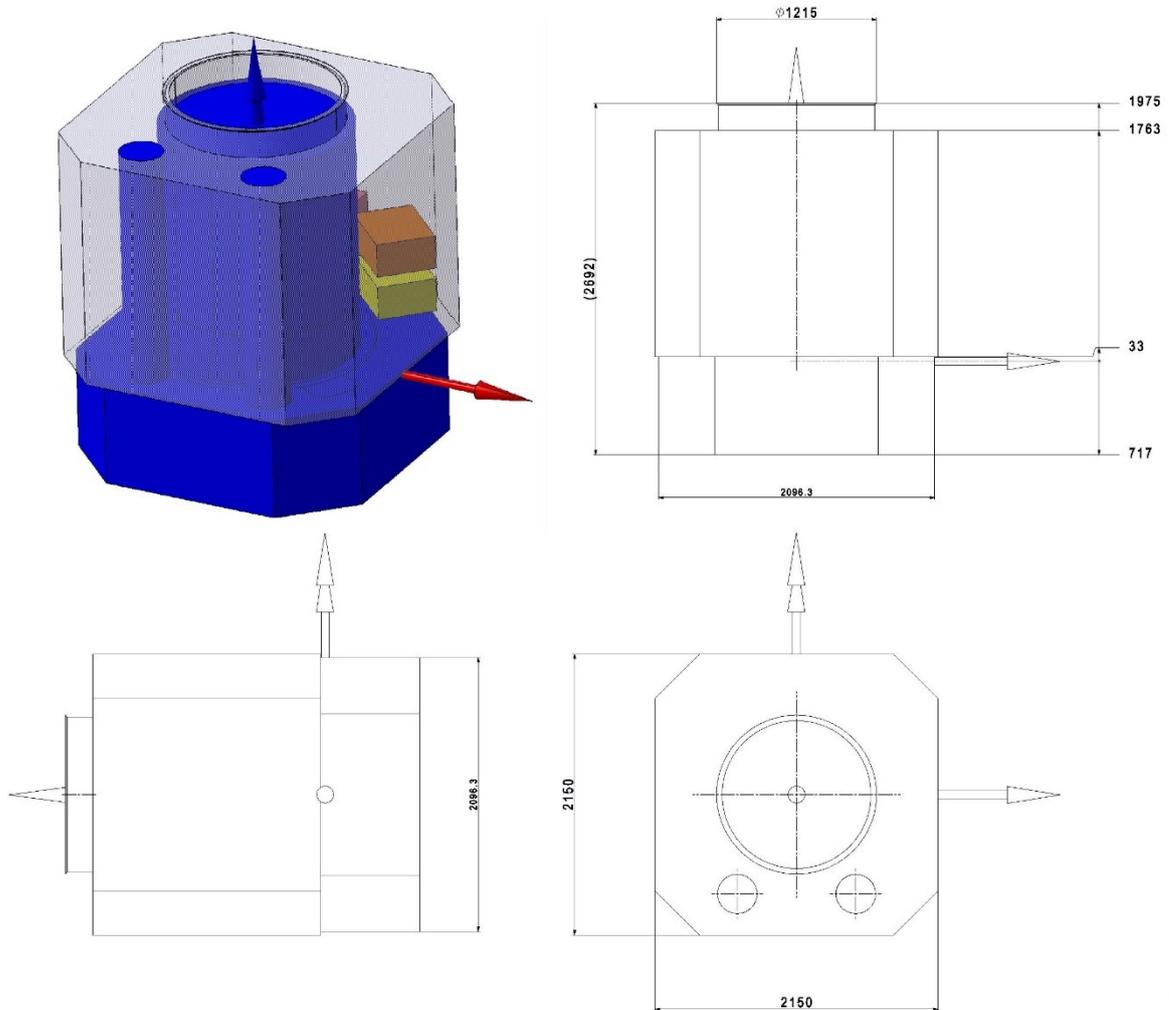


Figura 7 Instrument Embedded Configuration.

Di seguito si riporta l'attuale schedula, in fase di consolidamento, con le attività di sviluppo del payload LIDAR (ASI/LEONARDO) e del Detector (NASA) che la presente fornitura dovrà tenere in considerazione per la definizione della schedula per le attività di sviluppo della piattaforma e del sistema E2E.



Figura 8 LIDAR Instrument and Detector Timeline (2024/2025/2026/2027).

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.



Figura 9 LIDAR Instrument and Detector Timeline (2027/2028/2029/2030).

L'attuale pianificazione di LDO, in fase di revisione e consolidamento, prevede:

IST-PRR	Set-2024
IST-DeltaPRR	Feb-2025
IST-SRR	Jul-2025
IST-DeltaSRR	Jan-2026
IST-PDR	Jun-2027
IST-CDR	Dec-2029
IST-SHP	Jun-2031

4.2 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA

Nel contesto descritto nella sezione 4.1, la fornitura include uno studio di **Fase A/B1** per la missione CALIGOLA per lo **sviluppo della Piattaforma e del Sistema E2E** come mostrato nella figura seguente.

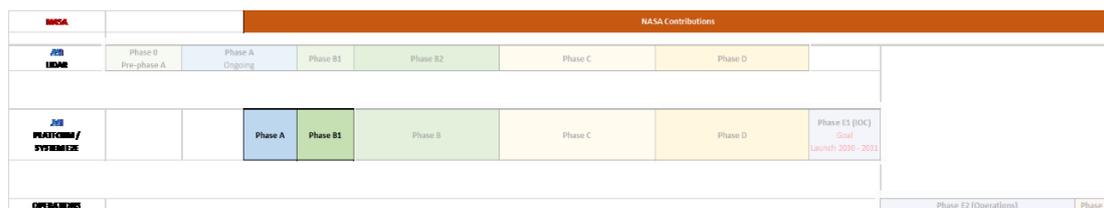


Figura 10 Diagramma delle Fasi di Sviluppo di CALIGOLA

Si evidenzia un iniziale disallineamento delle attività di fase A per il Payload LIDAR e la Piattaforma/Sistema.

La schedula di missione, impone **l'utilizzo di elementi di riuso ad elevato TRL** soprattutto **per quanto riguarda la piattaforma.**

Il **consolidamento della schedula di missione** sarà uno dei task principali che dovranno essere svolti nel corso delle attività di progetto. La fornitura dovrà prevedere l'implementazione del **master-schedule della missione CALIGOLA**, che includa tutte le attività, le milestone principali e gli eventi chiave fino alla data di lancio. Per elaborare il GANTT di missione si dovrà interagire con LEONARDO e con NASA-LaRC, oltre che con ASI, per raccogliere e organizzare i vari contributi necessari.

Lo studio oggetto della presente capitolato dovrà prendere in considerazione i risultati preliminari ottenuti dallo studio di fase A/B1 attualmente in corso relativo allo sviluppo dello strumento LIDAR.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

Infatti è richiesta una forte interazione e sinergia tra i due team industriali (Team del Payload LIDAR e Team di Piattaforma/Sistema) mirata alla definizione dei requisiti e per le attività di disegno del sistema e del satellite.

La **Piattaforma** dovrà rispettare i requisiti di interfaccia del Payload LIDAR, Accomodamento, Massa, Power, Memoria, Data Rate e Data Volume, e dovrà supportare i requisiti di Missione finora individuati.

Per quanto riguarda il **Sistema E2E** si dovranno **supportare tutti gli obiettivi e i vincoli di missione e ci si dovrà occupare del relativo flow-down e raccordo con i requisiti di livello inferiore**. Sarà compito del responsabile di Sistema E2E la definizione, la suddivisione e l'attribuzione dei budget con la gestione dei relativi margini. Le attività dovranno prevedere la definizione dei concetti operativi, l'analisi di missione per il raffinamento dei requisiti e per la definizione del Segmento di Terra.

Le attività dovranno includere lo studio e l'ottimizzazione dell'orbita rispetto agli obiettivi scientifici di missione e alle necessità di calibrazione. La selezione dell'orbita dovrà prendere in considerazione i vincoli identificati nei requisiti tecnici, le necessità espresse dal gruppo scientifici in termini di necessità di osservazione e di calibrazione.

La missione prevede anche la possibilità di una futura attività osservativa congiunta (es. durante l'ultimo anno di vita operativa di missione) con la missione NASA AOS-Sky attraverso una configurazione di volo in formazione in modalità Leader-Follower in cui il satellite CALIGOLA rappresenta il Leader della formazione. Queste attività potranno richiedere un DV, minimo, aggiuntivo per la gestione delle attività di mantenimento della formazione. Inoltre, bisognerà concordare con NASA delle interfacce aggiuntive tra il centro di controllo CALIGOLA e il centro di controllo AOS-Sky (scambio TLE, invio notifiche manovre CAM, etc.) per il controllo della formazione. La valutazione degli impatti del volo in formazione e le necessarie predisposizioni per le interfacce, dovranno essere studiate e definite durante le attività di fase A/B1 proposte.

Per quanto riguarda il Segmento di Terra, dovrà includere il centro di controllo del satellite, Mission Operation Center (MOC), e il centro, Scientific Operations Center (SOC), per la ricezione dei dati e la generazione dei prodotti LIDAR e la loro catalogazione, archiviazione e distribuzione dei relativi prodotti. Parte dei dati acquisiti dovranno saranno processati da NASA, presso infrastrutture localizzate negli Stati Uniti, per la generazione di prodotti specifici. Tutti i prodotti generati dovranno essere condivisi tra le due agenzie e messe a disposizione dell'intera comunità scientifica internazionale. Le attività devono prevedere anche lo studio, in collaborazione con NASA, della configurazione del network di stazioni di Terra più adeguato a supportare i requisiti di missione.

In generale, dovrà essere eseguita l'analisi dei requisiti di missione e dei vincoli di progetto, si dovranno effettuare le attività per la verifica di fattibilità della missione, il flow down dei requisiti e l'individuazione delle specifiche tecniche, l'elaborazione dei concetti di missione e il disegno preliminare del sistema e della piattaforma. Nello svolgere le attività previste, si dovranno tenere in conto le specifiche e i vincoli individuati a livello di payload LIDAR e si dovrà interagire, oltre che con il team responsabile dello sviluppo dello strumento LIDAR, con i gruppi scientifici e con NASA per il raffinamento degli obiettivi di missione.

Per quanto riguarda la modalità di acquisizione, si tratta di una missione con acquisizioni sistematiche che acquisirà sempre tutte le volte che potrà farlo e non è prevista la possibilità di richieste di acquisizione on-demand da parte degli utenti. I dati acquisiti, processati nei vari livelli, saranno, poi, resi disponibili agli utenti.

In particolare, nella definizione del Segmento di Terra si dovrà considerare:

- la definizione e il raffinamento dei concetti operativi

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

- l'individuazione della timeline di missione
- la definizione delle attività di controllo satellite, station keeping e caricamento del piano di acquisizione;
- upload a bordo di comandi, dei parametri di calibrazione e patch SW;
- la gestione dei modelli delle risorse di bordo;
- le attività di verifica della telemetria e dello stato di salute della piattaforma;
- le attività di verifica della telemetria e dello stato di salute e del payload LIDAR;
- le attività di controllo della dinamica del volo (FDS Flight Dynamic System) con la generazione di orbita e assetto predette e processate e le eventuali manovre per l'evitamento dei detriti;
- le analisi di data volume, i profili di missione, memory trends, duty cycle, etc.
- la definizione del data volume e della data latency;
- le attività di pianificazione dei download e di prenotazione dei contatti con le ground-stations;
- il collazionamento dei dati scaricati;
- la generazione dei prodotti LIDAR per tutti i livelli di processamento previsti;
- la catalogazione, archivarli e distribuzione dei dati e dei prodotti;
- lo scambio di dati e prodotti con le infrastrutture di ground segment che saranno previste da NASA per CALIGOLA;
- la definizione preliminare dell'ambiente e della piattaforma di CAL/VAL.
- la definizione di un ambiente collaborativo che consenta al team scientifico italiano e americano di sviluppare in maniera congiunta gli algoritmi di processamento per i dati e i prodotti di CALIGOLA condividendo dataset di test, algoritmi legacy, librerie e articoli scientifici (es. GitLab, GitHub, Alfresco, etc.).

Per quanto riguarda il network delle stazioni di terra, si dovranno effettuare le necessarie analisi per la definizione del numero e della posizione delle stazioni di terra a supporto della missione. Tale attività sarà svolta in collaborazione con NASA che metterà a disposizione della missione il suo network di stazioni NSN (Near Space Network).

Si specifica che i processori dello strumento LIDAR dovranno essere considerati, nell'architettura del sistema, come un CFI proveniente da un altro contratto ASI.

La presente fornitura dovrà prevedere la **partecipazione con cadenza periodica (bi-settimanale) ai vari Working Group attivati per la gestione e il coordinamento delle attività** tecniche, scientifiche e programmatiche. Ciascun working group vedrà anche la partecipazione di personale ASI e personale NASA per il raggiungimento degli obiettivi comuni. I WG sono organizzati attraverso la partecipazione da remoto utilizzando le piattaforme di collaborazione tipo MStTeams, WebEx, etc.

Ai gruppi di lavoro parteciperà anche il personale di Leonardo, che si sta occupando dello sviluppo del payload LIDAR, e il personale dei gruppi scientifici che seguono la missione CALIGOLA.

La figura seguente mostra i Working Groups previsti:



Figura 11 Working Groups Per il programma CALIGOLA

Oltre ai Working Group gestiti da remoto, saranno organizzati con una certa periodicità degli incontri in presenza, **F2F meeting, sia in Italia che negli Stati Uniti**. La fornitura dovrà prevedere almeno 2

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

trasferite per meeting faccia a faccia in Italia e 2 trasferite per la partecipazione ai meeting di progetto negli Stati Uniti.

Di seguito si riporta la definizione preliminare degli argomenti che vengono discussi nei singoli Working Groups. Nel corso del progetto la definizione dei WGs e i relativi contenuti potranno essere ridefiniti come necessario per gli obiettivi del progetto.

***PM-WG:** discussion on programmatic aspects, management of development activities, control of schedule costs and risks. Management and control of the various activities and main risks of the project. ASI-NASA coordination activities at a programmatic level with the management of respective roles and responsibilities.*

***SCI-WG:** discussion on scientific objectives, performance to be achieved, algorithms, data products and processing, methods and coverage of observations to maximize scientific returns, calibration and validation procedures and campaign, collaborations with other missions, promotion and dissemination.*

***IST-WG:** system engineering activities for the design and implementation of the instrument, technological performance, interfaces, budgets, model's philosophy, V&V approach, env test.*

***SE-WG:** system engineering activities for the design and implementation of the satellite, interfaces, budgets, model's philosophy, V&V approach, env test.*

***MS-WG:** mission design based on scientific requirements, definition and implementation of the ground segment, definition and implementation of the processing chains, definition of operational activities, V&V of the ground segment and operations, execution of commissioning activities.*

***PA/QA-WG:** detailed definition of the documentation expected for each project phase with the identification of the contents for the shared documentation, definition of the products assurance and quality assurance activities, definition of the common PA/QA activities, security and cybersecurity activities, safety activities.*

La fornitura dovrà, inoltre, includere i costi, i tempi di realizzazione ed i contenuti delle singole attività, relativamente alle fasi successive (B2/C/D/E1), con il dettaglio dei costi della singola fase. A tale scopo la fornitura dovrà essere corredata dall'impegno a condurre anche le Fasi successive alle condizioni espresse alla fine della fase B1 che eventualmente ASI vorrà affidargli con separato atto.

4.3 DESCRIZIONE E REQUISITI DELLE ATTIVITÀ

Nel corso del presente studio di fattibilità verranno svolte le attività coerentemente a quanto previsto dagli **standard ECSS per le fasi A/B1**.

Le principali attività, di seguito identificate per la fase A e la fase B1, richieste dal presente Capitolato Tecnico dovranno essere sviluppate nell'ambito della proposta in modo da soddisfare i requisiti riportati di seguito in questo capitolato tecnico, e nei documenti applicabili.

- I. realizzare una missione di osservazione della Terra, in una cooperazione internazionale con NASA, in grado di effettuare acquisizioni ad alta risoluzione spaziale e temporale con uno strumento LIDAR allo stato dell'arte per rispondere a domande scientifiche in una varietà di temi di fondamentali per lo studio dell'atmosfera, degli oceani e delle terre emerse e le loro interazioni.
- II. abilitare, nel nostro Paese, importanti ricadute in termini di capacità tecnologiche e scientifiche nell'ambito delle tecniche di osservazione della Terra con strumenti LIDAR dallo spazio, anche per le Piccole e Medie Imprese (PMI);

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

- III. capitalizzare e incrementare gli sviluppi, e i relativi IPR (Intellectual Property Rights), dell’Agenzia nell’ambito dell’Osservazione della Terra.

Le principali attività di Fase A sono:

- A1. Gestione delle interazioni con il gruppo scientifico (ASI/NASA) per il raffinamento degli obiettivi di missione.
- A2. Definizione preliminare dei piani di gestione, di ingegneria e di assicurazione del prodotto;
- A3. Definizione della schedula complessiva di missione per tutta la durata del progetto fino alla data di lancio, con particolare riferimento alla definizione della milestone ed eventuali delta-milestone, e tenendo in conto le attività che saranno svolte per lo sviluppo del payload LIDAR e del detector da parte di NASA.
- A4. Elaborazione dei possibili concetti architetturali di sistema ed operativi con prestazioni in accordo ai requisiti;
- A5. Gestione delle interfacce verso ASI.
- A6. Definizione preliminare dell'albero delle funzioni e del prodotto;
- A7. Valutazione della fattibilità tecnico-programmatica dei possibili concetti, con riferimento all'intero ciclo di vita del prodotto, evidenziando gli elementi critici, sulla base dei risultati di trade-off tecnologici, programmatici ed economici;
- A8. Analisi dei parametri orbitali ottimali per la missione attraverso le interazioni con il gruppo industriale che sta sviluppando lo strumento LIDAR e con i gruppi scientifici a supporto della missione.
- A9. Identificazione delle tecnologie critiche e definizione delle attività di sviluppo tecnologico a livello nazionale (roadmaps tecnologiche).
- A10. Identificazione e gestione dei budget tecnologici (es. massa, power, data-volume, geolocation, etc.)
- A11. Identificazione dei procurement e in particolare degli LLI;
- A12. Identificazione del concetto di sistema e delle operazioni e delle soluzioni tecniche, includendo la filosofia dei modelli e l’approccio di verifica;
- A13. Elaborazione del Risk Assessment;
- A14. Definizione dei requisiti di sistema end-to-end, dei requisiti per la piattaforma e ground segment e loro propagazione a livello inferiore;
- A15. Definizione dell’Interface Control Document
- A16. Analisi e dettaglio delle interfacce e dei requisiti di interfaccia relativi allo strumento principale LIDAR anche attraverso attività di co-engineering con Leonardo Spa.
- A17. Gestione delle interazioni verso il team industriale responsabile dello studio di fase A/B1 dello strumento LIDAR
- A18. Individuazione della topologia e delle caratteristiche delle Ground Station a supporto della missione, in collaborazione con NASA.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

- A19. Definizione delle specifiche e dell'architettura preliminare di Ground Segment, interagendo con NASA per i sotto sistemi di propria competenza.
- A20. Definizione preliminare dell'ambiente collaborativo per lo sviluppo degli algoritmi e il supporto alla attività scientifica.
- A21. Identificazione della filiera di sviluppo e realizzazione, con particolare riferimento ai soggetti nazionali, e definizione della politica di approvvigionamento e degli accordi commerciali di lungo termine;
- A22. Identificazione degli standard ingegneristici e di qualità da applicare all'intero ciclo di vita del prodotto;
- A23. Validazione del design preliminare della missione.
- A24. Definizione un tailoring di secondo livello delle norme ECSS che sia applicabile alle fasi successive del programma;
- A25. Definizione preliminare dei requisiti per il simulatore di satellite utilizzato durante le fasi di validazione e test e durante la fase operativa.
- A26. Svolgimento di tutte le milestone (ed eventuali delta milestone) previste per la fase A e implementazione delle relative azioni
- A27. Partecipazione attiva ai vari WGs previsti dal programma.
- A28. Partecipazione attiva ai vari F2F (face-to-face) meeting, in Italia ed in USA, previsti dal programma.

Le principali attività di Fase B1 sono:

- B1. Aggiornamento della schedula di progetto della intera missione CALIGOLA.
- B2. Gestione delle interfacce verso ASI.
- B3. Consolidamento della schedula complessiva di missione per tutta la durata del progetto fino alla data di lancio, con particolare riferimento alla definizione della milestone ed eventuali delta-milestone, e tenendo in conto le attività che saranno svolte per lo sviluppo del payload LIDAR e del detector da parte di NASA.
- B4. Consolidamento delle interfacce e disegno preliminare delle interfacce con lo strumento e supporto nella definizione delle specifiche relative al payload principale LIDAR.
- B5. Gestione delle interazioni con il team industriale responsabile dello studio di fase A/B1 dello strumento LIDAR
- B6. Consolidamento dei parametri orbitali.
- B7. Consolidamento dei concetti di missione.
- B8. Definizione del disegno preliminare del Sistema E2E, della Piattaforma e del Segmento di Terra.
- B9. Definizione del network di Ground Station a supporto della missione in cooperazione con NASA che potrebbe mettere a disposizione l'accesso al network di stazioni NSN.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

- B10. Aggiornamento delle specifiche e dell'architettura di Ground Segment, interagendo con NASA per i sotto sistemi di propria competenza.
- B11. Finalizzazione dei piani di gestione, di ingegneria e di assicurazione prodotto
- B12. Consolidamento dell'albero delle funzioni e del prodotto
- B13. Definizione preliminare dell'albero delle specifiche
- B14. Consolidamento dei requisiti di interfaccia
- B15. Conferma del concetto del sistema e dei concetti operativi e della loro fattibilità rispetto ai vincoli programmatici.
- B16. Svolgimento di trade-off tecnici, programmatici ed economici
- B17. Definizione del progetto preliminare del concetto di sistema selezionato con prestazioni in accordo ai requisiti
- B18. Elaborazione del programma di verifica, includendo la filosofia dei modelli
- B19. Elaborazione dell'Interface Control Document
- B20. Definizione delle specifiche tecniche a livello inferiore
- B21. Preparazione del piano di mitigazione dei detriti spaziali e del piano di rientro
- B22. Identificazione dei piani di sviluppo, dell'albero del prodotto, della WBS e dell'albero delle specifiche per le fasi successive (fino alla fase E1)
- B23. Definizione della pianificazione (in accordo al partner internazionale) e dei costi (fino al completamento della fase E1)
- B24. Aggiornamento della valutazione dei rischi
- B25. Definizione preliminare della architettura del simulatore di missione e delle attività di CalVal in collaborazione con i gruppi scientifici e con il gruppo ingegneristico responsabile dello sviluppo dello strumento LIDAR.
- B26. Consolidamento dell'ambiente collaborativo per lo sviluppo degli algoritmi e il supporto alla attività scientifica.
- B27. Attività preliminare per la identificazione e la registrazione delle frequenze presso ITU.
- B28. Svolgimento di tutte le milestone (ed eventuali delta milestone) previste per la fase B1 e implementazione delle relative azioni
- B29. Partecipazione attiva ai vari WGs previsti dal programma.
- B30. Partecipazione attiva ai vari F2F (face-to-face) meeting, in Italia ed in USA, previsti dal programma.
- B31. Definizione di un "Life Cycle Cost Plan" di missione, da esaminare e riutilizzare quale futuro requisito per le fasi successive del programma.

Nello svolgimento delle attività di cui sopra, il contraente dovrà considerare la suddivisione delle responsabilità tra ASI e NASA e conseguentemente prevedere l'interazione con NASA e con il fornitore dello strumento LIDAR.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

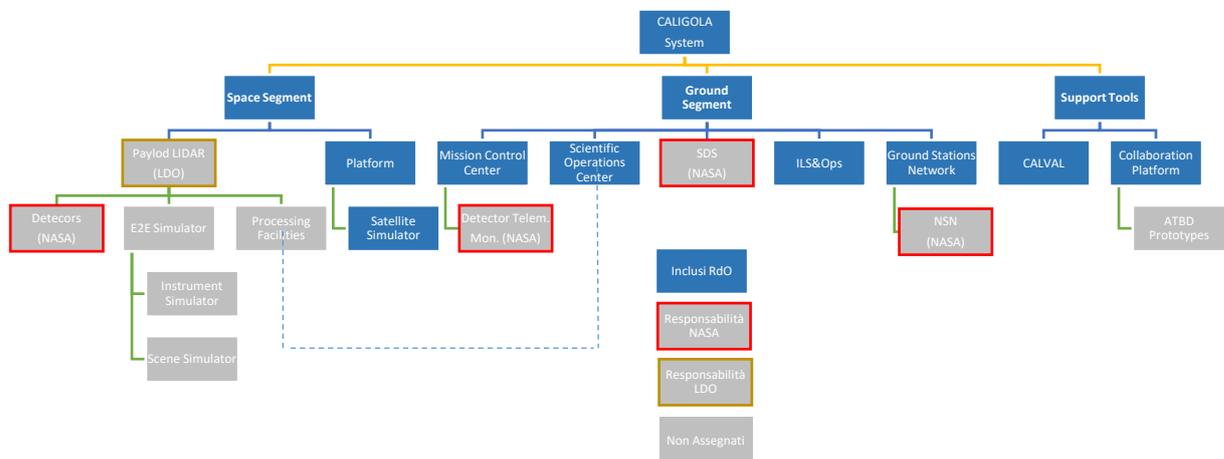
Dovrà inoltre considerare il massimo utilizzo di asset già disponibili e di proprietà dell’ASI (e.g. Ground Segment), dedicando il massimo sforzo alle caratteristiche innovative e non già disponibili nel panorama industriale e scientifico nazionale.

La fornitura al termine del contratto dovrà includere l’offerta per lo svolgimento delle successive fasi di progetto (B2/C/D/E1); tale offerta verrà consegnata entro la riunione finale ovvero quale deliverable di riunione finale.

Il dettaglio delle attività da svolgere e dei requisiti tecnici è fornito attraverso il Capitolato Tecnico e i requisiti MRD (Mission Requirement Document) che saranno allegati alla RdO.

4.4 ALBERO DEL PRODOTTO

L’Offerente dovrà sviluppare l’albero del prodotto riportato di seguito e fornirlo in sede di Offerta [DEL 001].



Tutti gli elementi in blu presenti nell’albero di prodotto dovranno far parte delle attività di definizione e analisi della presente fornitura. Gli elementi con sfondo grigio non fanno parte della fornitura e vengono forniti per definire in maniera completa il contesto e gli elementi che costituiscono l’intera missione.

L’albero del prodotto dovrà essere ulteriormente dettagliato, dal proponente, e fornito in fase di offerta e come deliverables al KO.

4.5 FILOSOFIA DI SVILUPPO E DEI MODELLI

La filosofia dei modelli più opportuna dovrà essere determinata dall’Offerente in accordo a quanto descritto nella presente RdO e dovrà essere precisata in sede di offerta.

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

5.0 PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITA', FASI ED EVENTI CHIAVE

Le attività richieste nel presente Capitolato Tecnico dovranno essere svolte secondo la seguente pianificazione:

- Kick Off (KO): T0
- Preliminary Requirement Review (PRR): T0+6 M
- System requirements Review (SRR): T0+18 M

Le review sopra indicate corrispondono a SAL.

Gli obiettivi della PRR sono: l'identificazione preliminare dei requisiti e delle specifiche, la conferma della fattibilità tecnica, economica e programmatica dei concetti di sistema e delle operazioni,

Gli obiettivi della SRR: l'aggiornamento dei requisiti e delle specifiche, l'identificazione del disegno preliminare del sistema e dei piani di sviluppo per le fasi successive.

Saranno inoltre svolte due specifiche milestone tecniche (non associate a pagamento) con la partecipazione della comunità scientifica per il consolidamento dei requisiti di missione:

- Preliminary User Requirement Review (PURR): T0+2 M
- Final User Requirement Review (FURR): T0+4 M

Fino alla FURR sarà possibile da parte della Committenza modificare e/o aggiungere requisiti al fine di adeguare la definizione della missione alle necessità della comunità degli utenti.

Alla FURR si dovranno presentare alla comunità scientifica i concetti di missione individuati (anche alternativi) per supportare i diversi ambiti applicativi primari indicando le caratteristiche individuate in termini di specifiche principali del sensore, caratteristiche dell'orbita, capacità di acquisizione, modalità di acquisizione supportate. Questa milestone sarà l'occasione per verificare la possibilità di eliminare i TBC e i TBD eventualmente presenti nei requisiti di missione, sulla base delle verifiche preliminari e dei feedback forniti.

Il proponente dovrà fornire sia in fase di offerta una schedula preliminare per l'intera missione, fino al completamento della fase E1, che inglobi la schedula di sviluppo del payload LIDAR e del detector e che illustri le principali milestone previste per i vari sotto sistemi (missione, sistema, space, ground, strumento LIDAR e detector) prevedendo, se ritenuto necessario, anche delta-milestone per gestire al meglio lo shift temporale esistente tra le attività in corso per lo sviluppo del payload e le attività previste dal presente capitolato.

Con cadenza mensile, dovrà essere inoltre svolto un meeting tecnico per:

- valutare congiuntamente lo stato del progetto,
- recepire indicazioni da parte di ASI
- valutare le iterazioni e le interfacce esterne (NASA e contraente dello strumento LIDAR),
- approfondire trade-off tecnici
- aggiornare lo stato del design



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076-1.0
Revisione: A
Data: 30/04/2024
Pagina: 24 di 30
Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

Gli **obiettivi minimi** che dovranno essere raggiunti per l'apertura della **PRR** sono:

La disponibilità di una versione preliminare del Project Management Plan, del System Engineering Plan e del Product Assurance Plan. La definizione dei possibili concetti di sistema e operazioni e architetture di sistema che rispettino le esigenze identificate, che integrino i concetti relativi allo strumento LIDAR e alle attività scientifiche di missione, e l'identificazione del Functional Tree preliminare. La valutazione della fattibilità tecnica e programmatica dei concetti elaborati, individuando i vincoli implementativi di schedula, e organizzativi. L'aver identificato le eventuali tecnologie critiche per lo sviluppo della missione e l'identificazione di tutti gli elementi critici per la fattibilità tecnica ed economica. L'identificazione preliminare dei concetti operativi, della filosofia dei modelli e l'approccio di verifica. La revisione dei requisiti di missione e il primo rilascio delle specifiche tecniche di sistema. L'elaborazione e la valutazione dei rischi. La definizione del GANTT preliminare di missione che tenga conto delle attività di sviluppo del LIDAR e dei detectors.

Gli **obiettivi minimi** che dovranno essere raggiunti per l'apertura della **SRR** sono:

L'aggiornamento del Project Management Plan, del System Engineering Plan e del Product Assurance Plan. L'aggiornamento del GANTT di missione che tenga conto delle attività di sviluppo del LIDAR e dei detectors e la definizione della pianificazione generale per CALIGOLA. La conferma delle soluzioni tecniche per il sistema e i concetti di missione, di sistema e operativi e la loro fattibilità rispetto ai vincoli. Il completamento dei vari "trade-off" individuati. La definizione della filosofia dei modelli e della strategia di verifica della missione CALIGOLA (con il contributo del team industriale che si occupa dello sviluppo del LIDAR). L'identificazione delle interfacce esterne. Il consolidamento delle specifiche tecniche di sistema e il rilascio dei requisiti di livello inferiore. Il rilascio di un aggiornamento del Product Tree e del Specifications Tree. L'aggiornamento della valutazione dei rischi e delle relative attività di valutazione.

6.0 FORNITURE DI RESPONSABILITÀ DI ASI

N/A

7.0 FORNITURA CONTRATTUALE

7.1 HW/SW

Le attività includono lo sviluppo di modelli matematici per la fase A/B1 del progetto. Inoltre, i modelli dovranno essere trasferiti nel corretto formato nella CEF ASI con l'inclusione del codice SW necessario alla loro validazione.

In particolare, dovranno essere inclusi almeno le seguenti prodotti:

ID	deliverable	HW/SW	descrizione del prodotto (format)	EVENTO consegna
SW1	modelli matematici in versione finale	SW	I modelli saranno trasferiti nel formato CEF ASI (concordati e confermati al KO), sarà	PRR/SRR

Progetto: Attività industriali di fase A/B1 per lo sviluppo della Piattaforma e del Sistema per la missione CALIGOLA.

			inoltre fornito il codice SW necessario alla loro verifica e validazione (<i>laddove necessario</i>).	<i>Quando necessario.</i>
	- modelli CAD		(<i>format. STEP o zip cartella di lavoro CATIA o zip cartella di lavoro Inventor</i>)	
	- modelli ESATAN-TMS o simili (se disponibili)			
	- modelli ECOSIM-PRO o simili (se disponibili)			
	- effemeridi nominali della missione		(<i>formato STK o. bsp (NAIF SPICE)</i>)	
	- file di parametri		<i>Excel</i>	
	- Ground stations performance parameters, data archive sizing			

7.2 DOCUMENTAZIONE

L'Offerente deve consegnare la documentazione riportata nel dettaglio nella Lista in All.1, che identifica la pianificazione delle consegne della documentazione di progetto che sarà sottoposta all'approvazione dell'ASI.

 Agenzia Spaziale Italiana	CAPITOLATO TECNICO	Documento: DC-UIC-2024-076 Revisione: A Data: 30/04/2024 Pagina: 26 di 30 Raccolta: CALIGOLA
Progetto: Attività industriali di fase A per lo sviluppo della Piattaforma e del Ground Segment per la missione CALIGOLA.		

ANNEX 1: DOCUMENTAZIONE DA CONSEGNARE*

 Agenzia Spaziale Italiana		DOCUMENTAZIONE DA CONSEGNARE			
CODICE	TITOLO	ASI RESP	EVENTO DI CONSEGNA	RIF	
DEL 001	Volume gestionale (inclusivo di Struttura Industriale, WBS e WPD, schedula di dettaglio della fase A/B1, schedula preliminare di progetto complessiva fino alla fase E1)	R	Offerta		
DEL 002	Volume tecnico (descrizione tecnica delle attività da svolgere, inclusivo di PBS e product tree aggiornato)	R	Offerta		
DEL 003	Volume economico	R	Offerta		
DEL 004	Statement Of Compliance al capitolato tecnico e ai requisiti tecnico scientifici (TRQ e MRD).	A	Offerta		
DEL 005	Project Management Plan	R	PRR SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1	
DEL 006	Overall Mission Schedule / GANTT	R	KO, FURR PRR SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1	
DEL 007	Configuration management plan	R	PRR SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1	
DEL 008	Risk management policy document	R	PRR SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1	
DEL 009	Risk management plan	R	PRR SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1	
DEL 010	Risk assessment report	R	KO, PMn, PRR SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1	
DEL 011	Product Assurance Plan	R	PRR SRR	ECSS-Q-ST-10C Rev.1	
DEL 012	Progress Report	R	Monthly		

Progetto: Attività industriali di fase A per lo sviluppo della Piattaforma e del Ground Segment per la missione CALIGOLA.

DEL 013	Mission Analysis Document	R	PURR PRR	ECSS-Q-ST-10C Rev.1
DEL 014	Mission Description Document	R	FURR PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 015	Preliminary Technical requirements specification	R	PRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 016	Technical requirements specification	R	SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 017	Interface Requirements Document	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C
DEL 018	System Engineering Plan	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 019	Technology plan	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 020	Technology Readiness Status List	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 021	Technology matrix	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 022	Qualification Status List	R	PRR SRR	ECSS-Q-ST-10, Annex B
DEL 023	Verification Plan	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 024	Space debris mitigation plan	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 025	Coordinate system document	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 026	Design definition file	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 027	Function tree	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 028	Product tree	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 029	Specification Tree	R	SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 030	Technical budget	R	PRR SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1
DEL 031	Preliminary technical requirements specifications for next lower level	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1



CAPITOLATO TECNICO

Documento: DC-UIC-2024-076
Revisione: A
Data: 30/04/2024
Pagina: 28 di 30
Raccolta: CALIGOLA

Progetto: Attività industriali di fase A per lo sviluppo della Piattaforma e del Ground Segment per la missione CALIGOLA.

DEL 032	Technical requirements specifications for next lower level	R	SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 033	Interface control document	R	SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 034	Design justification file	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 035	Requirements traceability matrix w.r.t. next lower level	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 036	Requirements justification file	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 037	System concept report	R	PRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 038	Trade-off reports	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 039	Verification Control Document	R	PRR SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 040	Mathematical model description	R	SRR	ECSS-E-ST-10C Rev.1
DEL 041	Project management plan (for the following phases)	R	SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1
DEL 042	Work breakdown structure (for the following phases)	R	SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1
DEL 043	Work package description (for the following phases)	R	SRR	ECSS-M-ST-10C Rev.1
DEL 044	Cost estimate report (for the following phases)	R	SRR	ECSS-M-ST-60C
DEL 045	2 nd ECSS tailoring	R	SRR	
DEL 046	Safety and dependability analysis results for lower level	R	SRR	
DEL 047	Software development plan (SDP)	R	SRR	ECSS-E-ST-40 Annex O
DEL 048	Software product assurance plan (SPAP)	R	SRR	ECSS-Q-ST-80 Annex B
DEL 049	Preliminary Failure detection, isolation and recovery (FDIR) Analysis	R	SRR	ECSS-Q-ST-30 Annex F
DEL 050	Reliability prediction	R	PRR SRR	ECSS-Q-ST-30 Annex E

	CAPITOLATO TECNICO	Documento: DC-UIC-2024-076 Revisione: A Data: 30/04/2024 Pagina: 29 di 30 Raccolta: CALIGOLA
Progetto: Attività industriali di fase A per lo sviluppo della Piattaforma e del Ground Segment per la missione CALIGOLA.		

DEL 051	Critical Items List / Long lead Item List	R	SRR	ECSS-Q-ST-10-04, Annex A
DEL 052	Mathematical models (with SW prototypes if any)	R	SRR	
DEL 053	Preliminary Life Cycle Cost Report (operational cost analysis)	R	SRR	
DEL 055	Preliminary FMEA/FMECA analysis	R	SRR	
DEL 056	Preliminary Declared Components List (DCL)	R	SRR	ECSS-Q-ST-60
DEL 057	Preliminary Declared Mechanical Parts List (DMPL)	R	SRR	ECSS-Q-ST-70, Annex B

*I documenti devono seguire i vigenti standard ECSS. Dove sono previsti più eventi di consegna, si considerino emissioni preliminari prima della consegna del deliverable definitivo.

Il contraente potrà proporre, in fase di offerta e al KO, l'accorpamento di alcuni deliverables in un unico documento. Si fa presente che, in questo caso, dovrà essere presente, nel documento stesso, una tabella che punti ai vari paragrafi e permetta di individuare facilmente i contributi attinenti ai singoli deliverables all'interno del documento accorpato.

	CAPITOLATO TECNICO	Documento: DC-UIC-2024-076 Revisione: A Data: 30/04/2024 Pagina: 30 di 30 Raccolta: CALIGOLA
Progetto: Attività industriali di fase A per lo sviluppo della Piattaforma e del Ground Segment per la missione CALIGOLA.		

ANNEX 2: REQUISITI DI MISSIONE

I requisiti di missione sono riportati nell'allegato [DA 10] che costituisce parte integrante della richiesta di offerta.

Rispetto a quanto riportato in MRD, si fa presente che è in corso un descoping delle capacità dello strumento con una riduzione dei canali da 10 di baseline + 2 opzionali a 8 canali totali previsti come baseline.