Progetto EMM: PNRR, Missione 4, componente 2, Inv. 3.1
(codice IR0000038; CUP C53C22000870006)

Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)

Relativa al WP-1100.2 "ASI Scientific management" oltre attività aggiuntive finanziate da ASI mediante il "Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma nazionale per la ricerca" (CUP F83C24001510001)



INDICE

1.0 SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE 4

2.0 DEFINIZIONI ED ACRONIMI 4

2.1 DEFINIZIONI 4

2.2 ACRONIMI 4

3.0 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO 6

3.1 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE 6

3.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 7

3.3 ORDINE DI PRECEDENZA 7

4.0 OBIETTIVI ED ATTIVITA' 8

4.1 CONTESTO DI RIFERIMENTO 8

4.2 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA 10

4.3 DESCRIZIONE E REQUISITI DELLE ATTIVITA' 15

4.4 ALBERO DEL PRODOTTO 17

4.5 FILOSOFIA DI SVILUPPO E DEI MODELLI 21

4.6 REQUISITI FUNZIONALI E DI PROGETTO 22

4.7 PRINCIPI TRASVERSALI E GENERALI DEL PNRR 23

5.0 PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ, FASI ED EVENTI CHIAVE 24

6.0 FORNITURE DI RESPONSABILITA' DELL'ASI 26

7.0 FORNITURA CONTRATTUALE 26

ALLEGATI

Allegato 1: Elenco documentazione da consegnare

Allegato 2: Hardware e Software oggetto di fornitura

Allegato 3: Fornitura a carico ASI

Allegato 4: Requisiti

Allegato 5: Diagramma a blocchi funzione pre-processing

1.0 SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE

Questo documento costituisce il Capitolato Tecnico (CT) allegato alla Richiesta d'Offerta dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) per il progetto LETO, che avrà la durata di 20 mesi.

Questo documento descrive le attività di preparazione di modelli ingegneristici finalizzati all'innalzamento del livello TRL delle tecnologie dei "core P/Ls" dell'Infrastruttura Lunare. Nello specifico il presente Capitolato si riferisce alle attività di sviluppo dell'Osservatorio lunare per il monitoraggio della temperatura di brillanza della Terra (LETO).

Nell'ottica di un rinnovato interesse per l'esplorazione lunare, cogliendo l'opportunità di effettuare uno studio di "lunarizzazione" di adeguata strumentazione scientifica, LETO rappresenta, tra i payload allo studio in "Earth Moon Mars" (EMM), uno dei cosiddetti *core payload*, considerati prioritari per il loro stato di sviluppo e per i vantaggi strategici relativi all'integrazione della missione su una piattaforma lunare.

Le attività descritte nel presente Capitolato sono finanziate parzialmente per mezzo di fondi PNRR del progetto EMM (Missione 4, componente 2, Inv. 3.1, codice IR0000038, CUP C53C22000870006) e parzialmente da fondi aggiuntivi ASI del "Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma nazionale per la ricerca" (CUP F83C24001510001). Scopo delle attività descritte nel presente documento è quello di incrementare il TRL delle tecnologie coinvolte in LETO, portandole al livello 5. Per una descrizione puntuale delle attività si rimanda al § 4.3 e al § 5.

I requisiti specificati nel presente documento devono essere resi applicabili a tutta la struttura industriale coinvolta nel processo d'Offerta.

2.0 DEFINIZIONI ED ACRONIMI

2.1 DEFINIZIONI

Si riportano qui di seguito le definizioni di uso frequente nel processo.
LETO: Lunar Earth Temperature Observatory

Le definizioni contenute nello standard ECSS-P-001 sono applicabili.

2.2 ACRONIMI

ASI	Agenzia Spaziale Italiana
BB	BreadBoard

BoPET	Biaxially-oriented PolyEthylene Terephthalate
CdA	Consiglio d'Amministrazione
CFI	Customer Furnished Items
CGA	Capitolato Generale ASI
CI	Configuration Item
CT	Capitolato Tecnico
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
DA	Documento applicabile
DEL	Deliverable (documento da consegnare)
DR	Documento di riferimento
ECSS	European Cooperation for Space Standardisation
EMM	Earth Moon Mars
ESA	Agenzia Spaziale Europea
FIR	Far-Infrared
FOV	Field-Of-View
FTS	Fourier Transform Spectro-radiometer
HW	Hardware
IMG	Imager
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
INO	Istituto Nazionale di Ottica
LAORIE	Lunar Adaptive Outpost for Remote Italian Experiments
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PA	Product Assurance
PNRR	Piano Nazionale Ripresa Resilienza
RdO	Richiesta d'Offerta
SW	Software
TBC	To Be Confirmed
TBD	To Be Defined
TRL	Technology Readiness Level
WBS	Work Breakdown Structure

3.0 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO

3.1 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE

I seguenti documenti costituiscono parte integrante del Capitolato Tecnico secondo la priorità definita nel seguente paragrafo § 3.3 "Ordine di Precedenza"; essi debbono essere applicati dal contraente nello sviluppo dell'offerta.



3.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

[redacted]

3.3 ORDINE DI PRECEDENZA

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

- lettera di RdO
- CGA
- il presente Capitolato Tecnico
- i Documenti Applicabili identificati nella sezione 3.1

o tutti i documenti generati dall'ASI ed accettati dall'Offerente.

In caso di conflitto tra i requisiti ha prevalenza il più stringente.

L'Offerente è tenuto ad evidenziare ogni eventuale conflitto tra i requisiti e sottoporlo ad ASI per la sua risoluzione.

4.0 OBIETTIVI ED ATTIVITA'

4.1 CONTESTO DI RIFERIMENTO

Lo strumento LETO deriva da uno studio di CNR-INO per uno spettrometro infrarosso FTIR da posizionarsi sulla Luna, con l'obiettivo di monitorare l'emissione termica del disco terrestre tra 6 e 100 µm. Lo strumento rappresenta uno dei "core payload" che si prevede di allocare sull'infrastruttura lunare allo studio nell'ambito del progetto "Earth Moon Mars" (EMM), progetto finanziato nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) per favorire lo sfruttamento scientifico della Luna in Italia. Si basa sull'idea di utilizzare la Luna come sito privilegiato per osservare la Terra e l'Universo e, allo stesso tempo, supportare le attività che prepareranno l'esplorazione umana di Marte.

Nell'ambito del PNRR Missione 4, "Istruzione e Ricerca" - Componente 2, "Dalla ricerca all'impresa" - Linea di investimento 3.1, "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione", finanziato dall'Unione europea – NextGenerationEU, l'Agenzia Spaziale Italiana ha partecipato in qualità di co-proponente con altri Enti, insieme all'INAF nel ruolo di proponente, all'avviso pubblico "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca", da finanziare nell'ambito del PNRR (Decreto MUR n. 3264 del 28 dicembre 2021), con una proposta di progetto denominata "EMM: Earth-Moon-Mars". Tale attività trova anche parziale finanziamento a carico della PCM secondo quanto disposto dall' art. 1, c. 254, L. 160/2019, Infrastrutture di terra.

L'attuale contesto internazionale in ambito spazio testimonia un rinnovato interesse delle Agenzie spaziali di tutto il mondo per un "ritorno alla Luna". A questo si aggiunge, per la prima volta, l'ulteriore interesse del settore privato che, dopo aver visto una crescita senza precedenti nell'accesso allo spazio e nello sfruttamento delle orbite terrestri, sta estendendo i suoi orizzonti al nostro satellite naturale. Entrambi i settori condividono l'obiettivo di realizzare, sostenere e sfruttare un avamposto umano sulla Luna. Questo al fine di consentire l'uso della stessa come un sito per lo sfruttamento di risorse naturali, per aprire nuove opportunità per la "Space Economy" e colmare importanti lacune tecnologiche e/o scientifiche che al giorno d'oggi hanno un impatto diretto sulla risposta che l'umanità è in grado di

dare alle grandi sfide che si trova ad affrontare sulla Terra. L'Italia, attraverso la sinergia tra l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), la comunità scientifica ed il settore industriale, è parte attiva di questo scenario sia a livello europeo, attraverso il programma lunare dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), che a livello internazionale grazie alla collaborazione diretta con la NASA sul Programma Artemis.

In questo contesto, grazie alla riconosciuta esperienza delle comunità nazionale, INAF, ASI e CNR hanno ottenuto il finanziamento del progetto denominato "Earth Moon Mars" (EMM) nell'ambito del PNRR nazionale.

Gli obiettivi principali di EMM sono:

- la creazione di una nuova infrastruttura per le comunicazioni tra Terra Luna e Marte (SRT/DSN);
- esplorare la capacità della Luna come laboratorio di ricerca polivalente dedicato alla scienza della Terra e dell'Universo dalla Luna;
- svolgere attività di R&S per sviluppare strumenti innovativi per l'osservazione della Terra e dell'Universo, da ospitare sull'infrastruttura lunare;
- un passo avanti verso Marte, ovvero a) creare una rete di esperti nell'analisi dei dati e dei modelli teorici che seguano un approccio interdisciplinare per migliorare la nostra conoscenza dell'atmosfera terrestre e planetaria, condividendo le proprie competenze nei rispettivi campi; b) combinare insiemi di dati provenienti da diverse strumentazioni con informazioni complementari;
- formare una nuova generazione di scienziati e ingegneri, dando loro la possibilità di guidare le rivoluzioni scientifiche che queste infrastrutture renderanno possibili;
- stabilire un network tra gli istituti di ricerca e le industrie italiane, al fine di potenziarne le sinergie e ottimizzare l'allocazione delle risorse a livello nazionale.

Il ruolo dell'ASI all'interno di EMM è multiplo e può essere sintetizzato come segue:

i) contribuire alla gestione scientifica del progetto attraverso il co-PI per assicurare il raggiungimento degli obiettivi scientifici mediante attività volte ad innalzare il TRL dei payload più promettenti;
ii) supportare il project management di EMM coordinando il lavoro di ASI attraverso un ASI Manager;
iii) espandere le capacità del Sardinia Radio Telescope (SRT) per consentirne l'utilizzo come antenna di comunicazione per future missioni lunari e interplanetarie (SDSA);
iv) effettuare uno studio preliminare dell'Infrastruttura Lunare e del complessivo sistema Terra-Luna denominato LAORIE.

L'avvio delle attività di EMM è stato autorizzato mediante delibera del CdA ASI n. 224/2022 del 19 dicembre 2022, recante "Approvazione delle attività inerenti all'avvio del progetto Sardinia Deep Space Antenna (SDSA) e del Sardinia Deep Space Antenna Research Center (SDSA RC)". Con la

delibera del CdA ASI n. 158 del 12 luglio 2024, è stato inoltre approvato l'avvio delle attività per "Innalzamento del livello tecnologico degli strumenti scientifici del progetto Earth-Moon-Mars (EMM)".

Per quel che concerne la gestione scientifica del progetto, per assicurare il raggiungimento degli obiettivi scientifici, e per quel che concerne le attività di cui punto i) queste sono destinate a supportare lo sviluppo dei payload scientifici che dovranno operare dal suolo lunare. Tali payload, concepiti dai team scientifici di INAF e CNR all'interno del progetto EMM, sono i seguenti:

- LEM-X: un monitor di raggi X in banda 2-60 keV per l'osservazione continua della volta celeste e la rilevazione di sorgenti transienti;
- LUNAPOL: un polarimetro per la misura della polarizzazione della luce visibile delle stelle;
- LETO: uno spettrometro infrarosso FTIR per il monitoraggio dell'emissione termica del disco terrestre tra 6 e 100 μm.

Gli obiettivi oggetto del presente CT sono i seguenti:

1. Determinare lo stato attuale dello sviluppo del progetto LETO in termini di TRL a partire dalla documentazione disponibile;
2. Eseguire analisi e realizzare uno o più dimostratori tecnologici per innalzare il TRL dei sottosistemi di LETO;
3. Definire un piano di sviluppo completo fino al modello di volo dello strumento LETO, nel contesto della missione EMM.

4.2 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA

Oggetto della fornitura descritta nel presente Capitolato Tecnico è l'incremento del TRL a livello 5 delle tecnologie critiche coinvolte nel payload LETO.

L'obiettivo scientifico primario è il monitoraggio della temperatura di brillanza del disco terrestre nell'infrarosso lontano con una risoluzione temporale di pochi minuti. Lo strumento LETO è costituito da uno spettrometro FTIR per il monitoraggio continuo della Terra dalla superficie lunare.

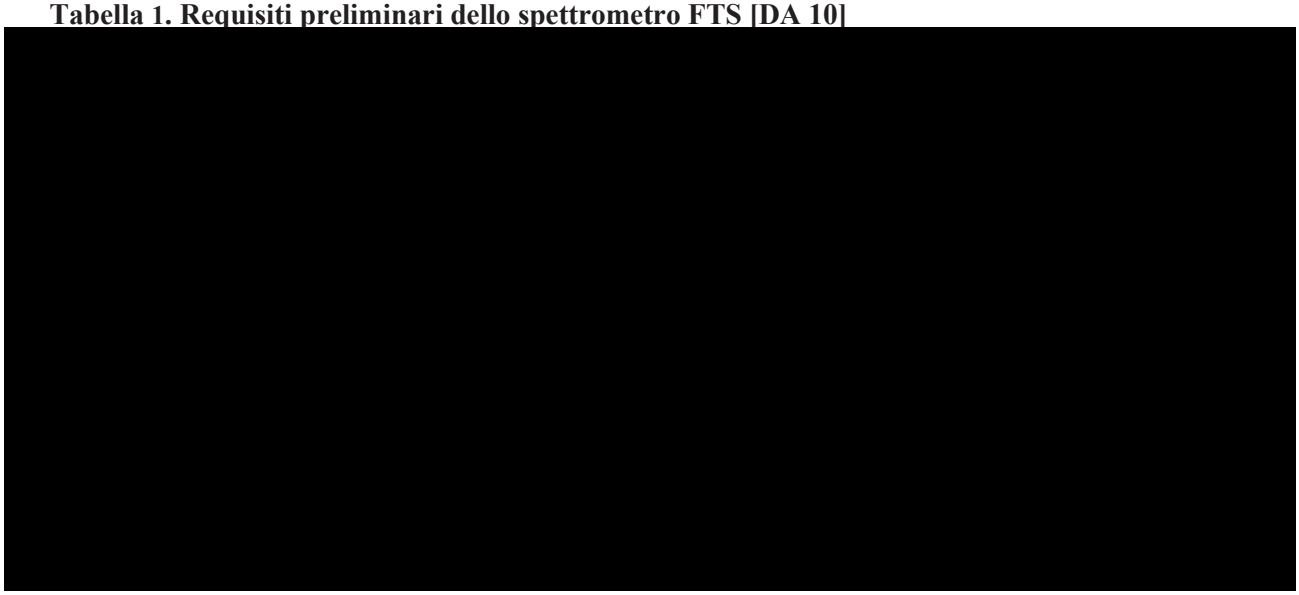
L'emissione nella banda del lontano infrarosso è il principale meccanismo di raffreddamento del sistema Terra-atmosfera. L'irraggiamento nel lontano infrarosso ha un ruolo fondamentale nella comprensione dei processi chiave che influenzano il clima terrestre. La teoria suggerisce che, osservazioni sistematiche dello spettro FIR emesso dalla Terra, permetterebbero di approfondire i processi che determinano il raffreddamento radiativo e la loro correlazione con i cambiamenti climatici.

Lo strumento LETO, osservando il disco terrestre nel lontano infrarosso e risolvendone lo spettro con elevatissima risoluzione, fornirebbe misure in grado di validare i modelli matematici e migliorare l'accuratezza delle stime.

4.2.1 DESCRIZIONE ARCHITETTURALE DELLO STRUMENTO

Lo strumento principale è costituito da uno spettrometro (denominato FTS) che lavora nella banda spettrale compresa tra 6.25 µm e 100 µm (corrispondente al range 100-1600 cm^{-1}) misurando con un unico pixel l'emissione integrata su tutto il disco terrestre. La temperatura di brillanza del disco terrestre è calcolata dall'analisi degli spettri.
In supporto al monitoraggio dello spettrometro, una camera per immagini IR con due bande λ= 8 µm e λ= 12.5 µm a TBD risoluzione (denominata Imager, IMG) è utilizzata per correlare eventuali fenomeni transienti (es. copertura nuvolosa, vasti incendi o eruzioni vulcaniche) con le anomalie di temperatura rilevate dallo spettrometro. Lo spettrometro FTS e la camera IMG hanno campo di vista coassiale. L'immagine acquisita dall'IMG servirà anche per la guida del sistema di puntamento del FTS, assicurando l'inseguimento della Terra.
Qui sotto sono mostrati i requisiti preliminari di FTS e IMG:

Tabella 1. Requisiti preliminari dello spettrometro FTS [DA 10]





Il Sistema ottico interferometrico FTS segue una configurazione con schema a doppio ingresso e doppia uscita secondo lo schema Mach Zehnder.

La Figura 1 mostra una possibile architettura ottica concettuale dello strumento LETO-FTS. Lo strumento ottico LETO-FTS si dovrà interfacciare con componenti il cui sviluppo è parte integrante

di questo CT (si rimanda al paragrafo 4.3.1). I due componenti consistono in: un'elettronica di front end e back end (con funzionalità di pre-processing) compatibile con applicazioni spaziali; e, un sistema di puntamento esterno in grado di cambiare il percorso ottico tra diverse direzioni (calibratori, spazio profondo, terra). Il sistema di puntamento esterno dovrà essere progettato sia nella sua parte meccanica sia per la parte di elettronica di controllo per la gestione sia del FTS sia del IMG. Come anticipato, l'IMG fungerà anche da camera di puntamento del sistema di puntamento/inseguimento della Terra. Una lista di requisiti è presentata nell'All. 5 del presente CT (i requisiti per IMG sono ancora preliminari).



Figura 1: Schema ottico dello spettrometro FTS

Alcuni aspetti del design dello strumento LETO-FTS possono essere già identificati come critici:

- Interfaccia termomeccanica: le temperature estreme (-230 / +120 °C) dovute al ciclo lunare di 28 giorni, sottopongono strutture e componenti ad uno stress elevato. L'ambiente fornito dalla

piattaforma lunare deve essere analizzato accuratamente per poter guidare le scelte tecniche adottate per il design termomeccanico del payload e il design termico dell'elettronica.

- Dovrà essere sviluppato anche un dispositivo di puntamento in grado di cambiare il percorso ottico tra diverse direzioni (calibratori, spazio profondo, Terra).
- Il meccanismo di puntamento (specchio di scansione) può essere considerato un componente critico. La sua elettronica di controllo deve garantire il puntamento della Terra mediante un sistema di controllo che sfrutti le immagini acquisite dall'IMG. LETO FTS dovrà centrare la Terra nel suo campo di vista prima di iniziare l'acquisizione della misura. Non è previsto che il sistema esegua ripuntamenti durante l'acquisizione. L'ottica del FTS garantisce che il moto apparente della Terra non faccia fuoriuscire il disco terrestre dal campo di vista nel corso della misura. Il sistema di puntamento dovrà anche consentire puntamenti di "calibrazione" (ad esempio, spazio profondo) che verranno dettagliati nel corso dell'attività.
- Contaminazione da polvere: la polvere dalla superficie lunare rappresenta una potenziale minaccia per il payload. Questo è un aspetto peculiare delle missioni lunari non affrontato in altre missioni spaziali. La protezione offerta dalla piattaforma lunare deve essere valutata, potrebbero essere necessarie ulteriori disposizioni a livello degli strumenti. Il meccanismo di movimentazione del sistema di puntamento della Terra deve assicurare l'operatività in ambiente "sporco".
- Calibratori: le celle a cambio di fase di gallio, previste all'interno dei calibratori, sono sistemi di uso comune nei laboratori metrologici ma devono essere validate per applicazioni spaziali tramite uno sviluppo tecnologico dedicato. Queste celle presentano vantaggi nella loro semplicità di funzionamento ed elevata accuratezza ma potrebbero essere sostituite da letture di termometri di riferimento. In fase di progetto dovrà essere effettuato un trade-off tra le due soluzioni.
- Durante la progettazione deve essere posta attenzione al fine di tenere sotto controllo i budget di massa e potenza.
- La stabilità termoelastica del banco ottico: la stabilità dimensionale richiesta dal gruppo ottico implica l'uso di materiali a basso CTE (coefficiente di dilatazione termica) e potrebbe anche richiedere un controllo termico attivo.
- FTS beamsplitter: per realizzare uno spettrometro FTIR operante su una così ampia banda spettrale, è necessario sviluppare uno speciale beamsplitter. Sono state identificate solo due tecnologie (Diamond e BoPET), ma è necessario uno sviluppo tecnologico aggiuntivo per garantire prestazioni e affidabilità richieste da una missione spaziale. BoPET (deposizione di film sottile Ge sul substrato PET) sarà la baseline all'inizio dello studio, ma alcuni problemi

critici devono ancora essere risolti. Devono essere migliorate la planarità, l'uniformità del film e la sopravvivenza allo stress termomeccanico.

4.3 DESCRIZIONE E REQUISITI DELLE ATTIVITA'

Le attività richieste all'Offerente, delineate in dettaglio nel §4.3.1, comprendono:

- Definizione del piano di sviluppo e del design preliminare dello strumento di volo
- Definizione del design di dettaglio dei dimostratori/breadboard/modelli previsti
- Progettazione, sviluppo e realizzazione di un'elettronica di front end e back end (con funzionalità di pre-processing) compatibile con applicazioni spaziali.
- Progettazione, sviluppo e realizzazione di un sistema di puntamento esterno.
- Attività di AIV/T.

Le attività dovranno essere svolte utilizzando come riferimento il progetto architetturale per il payload LETO realizzati nel contesto delle attività del progetto EMM che saranno forniti da ASI a valle della riunione iniziale.
Sarà necessario effettuare uno studio e fornire una descrizione delle condizioni ambientali (ambiente radiativo, presenza di polveri, etc) del possibile sito di allunaggio, implementando per il prototipo/dimostratori/modelli previsti, una strategia di sviluppo che si adatti a vari scenari.

4.3.1 Descrizione delle attività previste

Le attività necessarie per raggiungere gli obiettivi di industrializzazione della ricerca sono le seguenti:

1. Revisione del design architetturale preliminare dello strumento di volo.
   (a) Revisione ed aggiornamento dei requisiti dello strumento di volo per la missione EMM. Revisione in questo contesto dell'architettura generale di sistema, dei requisiti relativi alle interfacce, dei problemi di cleanliness, e dei requisiti di massima per l'ambiente lunare (termico e radiativo)
   (b) Generare documentazione di PA per quanto riguarda l'aspetto critico della cleanliness e contaminazione. Definizione delle caratteristiche ambientali (polvere, escursioni termiche) del possibile sito di allunaggio
   (c) Revisione delle interfacce con la piattaforma lunare
   Con interfacce si intende:
   - Interfacce termiche
   - Interfacce strutturali
   - Interfacce di alimentazione

- Interfacce di comunicazione

(d) Produrre la documentazione necessaria per descrivere le tecnologie impiegate, che saranno oggetto dell'innalzamento del TRL

2. Definizione del piano di sviluppo dello strumento di volo e identificazione del set di dimostratori/breadboard/modelli necessari per l'innalzamento del TRL delle/dei tecnologie/componenti identificati come critici (punti 4. e 5.)
3. Progettazione di dettaglio dei dimostratori/breadboard/modelli previsti
   (a) Sviluppo del design di dettaglio dei dimostratori ai punti 4. e 5. previsti per l'attività di test (punti 4.c e 5.c)
   (b) Documentazione di schema e/o analisi delle tecnologie in oggetto e documentazione descrittiva delle tecnologie impiegate
4. Sviluppo e realizzazione di un'elettronica di front end e back end (con funzionalità di pre-processing, All. 5) compatibile con applicazioni spaziali secondo la progettazione di cui al punto 3.
   a) Sviluppo e realizzazione secondo design di elettronica (front end e back end) spazializzabile con capacità di data storage e sviluppo di un efficiente algoritmo per on-board data pre-processing che riduca drasticamente la quantità di dati da trasferire a terra (All. 5)
   b) Predisposizione della documentazione di progetto (schemi, analisi, test procedures and report) per il dimostratore tecnologico di elettronica
   c) Definizione della campagna di test per il modello/Esecuzione test funzionali a banco, ed almeno un test ambientale (in ambiente rappresentativo)
5. Sviluppo e realizzazione di un sistema di puntamento esterno (componenti elettroniche e meccaniche) secondo la progettazione di cui al punto 3.
   a) Sviluppo e realizzazione secondo design del sistema di puntamento esterno
   b) Predisposizione della documentazione di progetto (schemi, analisi, test procedures and report) per il dimostratore tecnologico di puntamento
   c) Definizione della campagna di test per il modello/Esecuzione test funzionali e meccanici a banco, ed almeno un test ambientale (in ambiente rappresentativo)
6. Attività di AIV/T relativa al payload LETO
   a) Attività di integrazione e test dell'elettronica (punto 4.) sviluppata con equivalenti spazio (implementata di funzionalità pre-processing, All. 5 con altri sottosistemi di strumento che verranno eventualmente forniti da ASI quali *Customer Furnished Items* (*CFI*).
   b) Verificare per test il raggiungimento del TRL al valore finale individuato.

Per quanto riguarda le attività descritte al punto 6., i *CFI* da integrare saranno indentificati nel corso del progetto. Il Test Plan preliminare per la validazione del sistema integrato dovrà, al minimo, prevedere una verifica delle seguenti funzioni dell'elettronica:

- Risposta del detector;
- NESR (Noise Equivalent Spectral Radiance) e stima dell'errore di calibrazione
- ISRF (Instrumental Spectral Response Function)
- Potenza consumata e "data rate" (TBD).

Sono a carico del Contraente: l'individuazione e l'acquisizione dell'hardware ancillare necessario a effettuare l'integrazione; la definizione della tipologia di test da effettuare e della/e facility adeguata/e a tal fine (una volta noti i *CFI* eventualmente forniti da ASI); la responsabilità della preparazione e dell'esecuzione dei test concordati.

L'output delle attività eseguite verrà finalizzato mediante la realizzazione di documenti, modelli matematici e numerici, prodotti HW e SW come dettagliato al § 7 e in Allegato 2.

La durata massima delle attività relative a LETO è stabilita in 20 mesi dal KO meeting, fermo restando il vincolo della chiusura delle attività finanziate mediante i fondi PNRR entro 4 mesi (fase PNRR). Per la pianificazione delle attività si rimanda al §5.

La pianificazione dovrà obbligatoriamente considerare entro i primi 4 mesi del progetto (fase PNRR) l'esecuzione e la finalizzazione delle macro-attività indicate sopra ai punti 1, 2 e 3. Ogni possibile avanzamento durante la fase PNRR di attività riconducibili alle macro-attività (4, 5 e 6) è incentivata e sarà oggetto di specifico punteggio nella valutazione tecnica, come descritto nei criteri di valutazione indicati Richiesta d'Offerta. A tal fine, i proponenti dovranno allegare all'Offerta Tecnica la tabella fornita in Allegato 6 debitamente compilata. Si rammenta che, complessivamente, le attività svolte nella fase PNRR del progetto non dovranno in alcun modo superare il valore economico del finanziamento PNRR indicato nella Richiesta d'Offerta.

4.4 ALBERO DEL PRODOTTO

4.4.1 Albero di prodotto – Payload di volo

L'albero del prodotto in Figura 2 illustra in modo schematico l'oggetto prodotto del progetto.

Il Contraente dovrà sviluppare l'albero del prodotto in dettaglio, fino al livello rappresentativo delle attività proposte, fornirlo ad ASI in sede di Offerta [DEL 001], facendo presenti eventuali necessità di variazione dell'albero del prodotto indicato in questa richiesta di offerta.

Ciascun elemento dell'albero del prodotto dovrà essere identificato mediante il numero di CI.

L'elenco dei CI, consegnato in sede di offerta [DEL 004], è aggiornato come necessario durante lo sviluppo del prodotto.



Figure 2: Albero del prodotto – Payload di volo

4.4.2 Albero di prodotto – Dimostratore Elettronica



Figure 3: Albero del prodotto - Elettronica

4.4.3 Albero di prodotto – Dimostratore sistema di puntamento



Figure 4: Albero del prodotto - Puntamento

4.5 FILOSOFIA DI SVILUPPO E DEI MODELLI

I dimostratori saranno identificati per verificare per test la fattibilità d'incontrare i requisiti relativi agli aspetti critici dello sviluppo, con l'obiettivo di raggiungere un TRL pari a 5 per le tecnologie identificate come critiche.

Per quanto riguarda il payload LETO, lo sviluppo del dimostratore tecnologico deve avvenire almeno sui seguenti aspetti identificati in via preliminare come critici:

Puntamento della Terra: il vincolo imprescindibile dello strumento LETO è quello di mantenere la Terra all'interno del campo di vista indipendentemente dall'orientamento della piattaforma lunare dopo l'allunaggio e dei movimenti apparenti del disco terrestre dovuti alle librazioni.

Protezione dalle polveri: l'ampia banda IR dello spettrometro rende complessa la realizzazione di una finestra ottica protettiva all'ingresso dello strumento. Inoltre, lo strumento prevede l'uso di meccanismi (puntamento e traslazione specchi) potenzialmente sensibili alla contaminazione. In questo contesto è necessario che il meccanismo di puntamento esterno sia in grado di lavorare in ambiente "polveroso" come l'ambiente lunare.

Algoritmi di processamento dati on-board: si ritiene necessario processare i dati generati dallo strumento prima dell'invio a Terra al fine di ridurre la banda richiesta per la trasmissione (si veda Allegato 6).

Elettronica (front-end analogico e back-end digitale): la prototipazione dell'elettronica permetterebbe un'integrazione tra il prototipo della parte ottica ed un dimostratore della sezione elettronica. Inoltre, sarebbe una piattaforma HW rappresentativa per lo sviluppo degli algoritmi descritti al punto precedente.

In base a quanto sopra, si propongono i seguenti dimostratori:

- Sottosistema detector + elettronica front-end back-end
- Algoritmi di processamento dei dati on-board per ridurre la banda in TX da testare sul dimostratore dell'elettronica.
- Sistema di puntamento della Terra (componenti elettroniche e meccaniche). Il sistema di puntamento dovrà essere dotato di elettronica di controllo per la gestione simultanea di FTS e IMG.

I dimostratori proposti costituiranno un complemento al dimostratore del sottosistema opto-meccanico già in fase di sviluppo presso CNR-INO [DA 9-10, DR 10].

4.6 REQUISITI FUNZIONALI E DI PROGETTO

I dettagli dei requisiti scientifici e funzionali di alto livello del progetto LETO, utili per gli obiettivi di sviluppo tecnologico del presente contratto, sono disponibili in Allegato 4 e Allegato 5. Tali requisiti rappresenteranno il principale input delle attività di progettazione, sviluppo, realizzazione e test, fermo restando che gli stessi potranno essere aggiornati nella fase operativa del Contratto come risultato delle attività di revisione e aggiornamento dei requisiti dello strumento di volo e/o dietro indicazioni di ASI per garantire la compatibilità delle attività con eventuali progressi occorsi nelle attività parallele del progetto EMM inerenti sia allo sviluppo di LETO che allo sviluppo dell'infrastruttura lunare.

È a carico del Contraente la identificazione e la produzione della documentazione rilevante e sufficiente utile a identificare i requisiti dei sottosistemi/dimostratori compatibilmente con i requisiti scientifici e funzionali del progetto LETO. Nello specifico è a carico del Contraente la identificazione e la produzione della documentazione rilevante e sufficiente utile a identificare i requisiti:

A. Funzionali
B. Termici e meccanici
C. Di pulizia
D. Di radiazione
E. Di affidabilità di missione.

4.6.1.1 Elettronica di front end e back end (con funzionalità di pre-processing) compatibile con applicazioni spaziali

È a carico del Contraente la identificazione e la produzione della documentazione rilevante e sufficiente utile a identificare i requisiti del sottosistema *Elettronica* compatibilmente con i requisiti scientifici e funzionali del progetto LETO fermo restando che gli stessi potranno essere aggiornati nella fase operativa del Contratto come risultato delle attività di revisione e aggiornamento dei requisiti dello strumento di volo e/o dietro indicazioni di ASI per garantire la compatibilità delle attività con eventuali progressi occorsi nelle attività parallele del progetto EMM inerenti sia allo sviluppo di LETO che allo sviluppo dell'infrastruttura lunare.

4.6.1.2 Sistema di puntamento esterno

È a carico del Contraente la identificazione e la produzione della documentazione rilevante e sufficiente utile a identificare i requisiti del sottosistema *Puntamento esterno* compatibilmente con i requisiti scientifici e funzionali del progetto LETO fermo restando che gli stessi potranno essere aggiornati nella fase operativa del Contratto come risultato delle attività di revisione e aggiornamento dei requisiti dello strumento di volo e/o dietro indicazioni di ASI per garantire la compatibilità delle

attività con eventuali progressi occorsi nelle attività parallele del progetto EMM inerenti sia allo sviluppo di LETO che allo sviluppo dell'infrastruttura lunare.

4.7 PRINCIPI TRASVERSALI E GENERALI DEL PNRR

Si ricorda che, trattandosi di un intervento finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU nell'ambito del PNRR, il presente affidamento fa riferimento ai principi trasversali previsti dal Regolamento (UE) 12 febbraio 2021, n. 2021/241 tra i quali il principio del contributo all'obiettivo climatico e digitale (c.d. tagging), il principio di parità di genere e l'obbligo di protezione e valorizzazione dei giovani nonché l'inclusione lavorativa delle persone con disabilità, gli obiettivi ambientali e il principio di non arrecare un danno significativo (DNSH – Do No Significant Harm) definiti dall'art. 17 del Regolamento (UE) 18 giugno 2020 n. 2020/852, nonché gli "Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio DNSH a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza" stabiliti dalla Comunicazione della Commissione UE 2021/C 58/01.

L'offerta tecnica dovrà pertanto essere redatta nel rispetto dei seguenti Principi trasversali e generali del PNRR contenuti nel DL. 31/05/2021, n. 77 "Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure":

A. Do No Significant Harm (DNSH);

B. Climate and Digital Tagging;

C. Equità di Genere.

Nello specifico concernente l'attuazione dei suddetti principi, l'offerta dovrà contenere le seguenti specifiche tecniche, in conformità a quanto previsto nel capitolalo tecnico:

A/B Principio di non arrecare un danno significativo agli obiettivi ambientali e principio del tagging clima e digitale:

L'offerta tecnica dovrà riportare elementi di comprova del rispetto dell'applicazione dei principi trasversali e generali e in particolare del principio di non arrecare un danno significativo agli obiettivi ambientali (DNSH) di cui all'art. 17 del Regolamento (UE) 2020/852 e del principio del tagging clima e digitale.

In particolare, dovranno essere allegate all'offerta tecnica le Schede Tecniche n. 2, 3 5 e 6 (Allegato 7) compilate nella parte ex ante, secondo le indicazioni di cui alla Guida Operativa per il Rispetto del Principio di Non Arrecare Danno Significativo all'Ambiente con Circolare del MEF n. 22 del 14 maggio 2024 di aggiornamento Guida operativa (Allegato 8 e Allegato 9). Nel caso in cui nessuna scheda tra quelle indicate risulti coerente con l'attività offerta, l'Offerente dovrà produrre una dichiarazione sostitutiva di atto notorio, sottoscritta dal legale rappresentante o da un suo eventuale procuratore, in cui si attesti il rispetto dei principi DNSH (Allegato 10).

C Principio dell'Equità di Genere:

Agli operatori che occupano oltre 50 dipendenti è fatto obbligo di produrre, a pena di esclusione, copia dell'ultimo rapporto sulla situazione del personale, da allegare all'offerta, redatto ai sensi dell'articolo 46, comma 2, decreto legislativo n. 198/ 2006, con attestazione della sua conformità a quello eventualmente già trasmesso alle rappresentanze sindacali aziendali e ai consiglieri regionali di parità, ovvero, in caso d'inosservanza dei termini previsti dall'articolo 46, comma 1, decreto legislativo n. 198/2006, con attestazione della sua contestuale trasmissione alle rappresentanze sindacali aziendali e alla consigliera e al consigliere regionale di parità (ai sensi dell'articolo 47, comma 2, decreto legge 77/2021). Si segnala inoltre che, in attuazione della normativa vigente; "saranno altresì esclusi gli operatori economici che occupano un numero di dipendenti pari o superiore a quindici e non superiore a cinquanta, che nei dodici mesi precedenti al termine di presentazione dell'offerta hanno omesso di produrre alla stazione appaltante di un precedente contratto d'appalto, finanziato in tutto o in parte con i fondi del PNRR o del PNC, la relazioni di cui all'articolo 47, comma 3, del decreto legge n. 77 del 2021.

5.0 PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ, FASI ED EVENTI CHIAVE

Le attività si svolgeranno per una durata di venti mesi, con una verifica periodica delle attività svolte secondo i seguenti eventi chiave

Evento chiave		Data	Obiettivo, attività da terminare, forniture
ID	Nome		
KO	Kick-off	T0	Formalizzazione inizio delle attività.
RA1	Riunione di avanzamento n.1	T0+4 mesi	Conclusione e verifica di tutte le attività, identificate dall'Offerente, finanziate mediante i fondi PNRR.

RA2	Riunione di avanzamento n.2	T0+12 mesi	Verifica del completamento delle attività identificate dall'Offerente. Verifica dell'andamento delle attività in corso non terminate.
RF	Riunione finale	T0+20 mesi	Conclusione e verifica di tutte le attività al paragrafo 4.3.1, incluse le attività di AIV/T per il payload LETO (descritte al punto 6.). Fornitura HW/SW come specificato in Allegato 2.

La pianificazione è rapportata all'istante "T0" coincidente con il Kick-Off (KO). L'Offerente dovrà sviluppare la pianificazione di dettaglio delle attività che, in modo sequenziale, saranno finanziate mediante i fondi PNRR (primi 4 mesi, denominati "fase PNRR") e PNR (restanti 16 mesi). Le attività della fase PNRR saranno oggetto di verifica di conformità parziale a valle della RA1. L'Offerente dovrà sviluppare la pianificazione di dettaglio nel rispetto degli eventi di inizio e fine progetto e dei vincoli programmatici esposti nei documenti applicabili. La pianificazione proposta dall'Offerente dovrà comprendere almeno tutti gli eventi chiave indicati nella tabella precedente.

L'Offerente può proporre una pianificazione delle attività, non vincolante per ASI, integrativa rispetto a quanto riportato in tabella, che sia compatibile con i seguenti requisiti:

- La pianificazione proposta dall'Offerente dovrà comprendere almeno tutti gli eventi chiave indicati nella tabella precedente;
- I primi 4 mesi di attività includano l'esecuzione e la finalizzazione delle macro-attività ai punti 1, 2 e 3 del §4.3.1;
- Per ogni attività indicata in §4.3.1, l'Offerente dovrà indicare nella pianificazione di dettaglio gli eventi contrattuali in cui dovrà essere svolta la verifica di tali attività (review), e le eventuali forniture ad essa associate;
- Le eventuali attività, relative alle macro-attività ai punti 4, 5, e 6 del §4.3.1, che l'Offerente intenda svolgere durante la fase PNRR, dovranno necessariamente portare a risultati (documentazione emessa, approvvigionamento di componenti e/o materiali, produzione di hardware), financo parziali, verificabili, da dimostrare entro la RA1 e che saranno oggetto della prevista verifica di conformità parziale. Tali attività non dovranno essere in sovrapposizione, anche solamente parziale, con le attività da svolgere dopo l'evento RA1.

La coerenza, il dettaglio della programmazione delle attività e le forniture saranno oggetto di valutazione dell'Offerta Tecnica, come indicato nella Richiesta di Offerta.

6.0 FORNITURE DI RESPONSABILITA' DELL'ASI

6.1 [redacted]

6.2

7.0 FORNITURA CONTRATTUALE

7.1 [redacted]

[redacted]

7.2 DOCUMENTAZIONE

[redacted]

Progetto EMM: PNRR, Missione 4, componente 2, Inv. 3.1
(codice IR0000038; CUP C53C22000870006)

Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)

Relativa al WP-1100.2 "ASI Scientific management" oltre attività aggiuntive finanziate da ASI mediante il "Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma nazionale per la ricerca" (CUP F83C24001510001)

Allegato 1: Elenco documentazione

	PROGETTO "Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)"	
	DOCUMENTAZIONE DA CONSEGNARE	

CODICE	TITOLO	ASI RESP	EVENTO DI CONSEGNA	RIF

[redacted]

Allegato 1: Elenco documentazione

[redacted]

Progetto EMM: PNRR, Missione 4, componente 2, Inv. 3.1
(codice IR0000038; CUP C53C22000870006)

Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)

Relativa al WP-1100.2 "ASI Scientific management" oltre attività aggiuntive finanziate da ASI mediante il "Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma nazionale per la ricerca" (CUP F83C24001510001)

Allegato 1: Elenco documentazione



Progetto EMM: PNRR, Missione 4, componente 2, Inv. 3.1
(codice IR0000038; CUP C53C22000870006)

Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)

Relativa al WP-1100.2 "ASI Scientific management" oltre attività aggiuntive finanziate da ASI mediante il "Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma nazionale per la ricerca" (CUP F83C24001510001)

Allegato 1: Elenco documentazione

[redacted]

[redacted]

Progetto EMM: PNRR, Missione 4, componente 2, Inv. 3.1
(codice IR0000038; CUP C53C22000870006)

Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)

Relativa al WP-1100.2 "ASI Scientific management" oltre attività aggiuntive finanziate da ASI mediante il "Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma nazionale per la ricerca" (CUP F83C24001510001)

Allegato 2: Hardware e Software oggetto di fornitura

		PROGETTO "Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)" *HARDWARE E SOFTWARE OGGETTO DI FORNITURA*			
PRODOTTO	***QUANTITÀ***	***MODELLO (se applicabile)***	***EVENTO***	***LUOGO***	***NOTE***
[redacted]					

Progetto EMM: PNRR, Missione 4, componente 2, Inv. 3.1
(codice IR0000038; CUP C53C22000870006)

Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)

Relativa al WP-1100.2 "ASI Scientific management" oltre attività aggiuntive finanziate da ASI mediante il "Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma nazionale per la ricerca" (CUP F83C24001510001)

Allegato 3: Fornitura a carico ASI

	PROGETTO "Attività industriali per Lunar Earth Temperature Observatory (LETO)" ***DELIVERABLES ASI***	

CODICE	*TITOLO*	*EVENTO DI CONSEGNA*	*RIF*
[redacted]			