

Exp. IEEC/148/2024

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES DE LA CONTRACTACIÓ DE COMPRA PÚBLICA D'INNOVACIÓ, EN LA MODALITAT DE COMPRA PÚBLICA DE TECNOLOGIA INNOVADORA, DEL DISSENY I PROVISIÓ DEL SUBSISTEMA ÒPTIC DEL SATÈL·LIT PHOTSAT

Índex

1. Objecte del contracte	3
2. Especificacions tècniques i condicions de treball	3
3. Documents aplicables i de referència	3
4. Acrònims	4
5. Introducció	5
5.1. Descripció i context de la missió	5
5.2. Abast dels serveis	6
5.2.1. Servei de disseny i fabricació	6
5.2.2. Servei de suport per la integració, test i validació	7
6. Requisits i especificacions tècniques	7
7. Terminis, fases i seguiment de la prestació dels serveis	8
7.1. Termini màxim d'execució i terminis parcials	8
7.2. Fases i seguiment de la prestació de serveis	8
7.2.1. Fase KO	9
7.2.2. Fase de disseny i implementació	9
7.2.3. AIV dels subsistemes i de la càrrega útil	10
7.2.4. Suport durant les fases d'AIV/AIT i posada en servei de la càrrega útil i del satèl·lit	11
8. Condicions d'execució del servei	12
8.1. Lliurables	12
8.2. Comunicació i divulgació	13
9. ANNEX I	14
9.1. Requisits i especificacions tècniques	14
9.1.1. Propòsit i abast	14
9.1.2. Definició del Format dels Requisits	14
9.1.3. Visió general del sistema del satèl·lit	18
9.1.4. Requisits del subsistema òptic visible (VIS)	21
9.1.5. Requisits del subsistema òptic ultraviolat (UV)	41
9.1.6. Requisits comuns dels subsistemes òptics VIS i UV	59

1. Objecte del contracte

L'objecte del present contracte és el disseny, implementació, test i validació del subsistema òptic del satèl·lit PhotSat, un satèl·lit d'astrofísica dedicat a l'observació i monitoreig de les estrelles més brillants. El contracte inclou l'execució de les següents tasques de I+D:

- Disseny, implementació, test i validació del subsistema òptic del satèl·lit PhotSat i de les seves interfícies amb la resta de la càrrega útil d'astronomia i els sistemes i mòduls de la plataforma, seguint els requisits descrits per l'IEEC en aquest document i els aplicables, a través d'un procés de disseny iteratiu.
- Suport en el procés d'integració, verificació i validació funcional de la càrrega útil d'astronomia del PhotSat (AIT/AIV de la càrrega útil).
- Suport tècnic durant la campanya d'AIV/AIT del satèl·lit.

Aquest contracte forma part de la missió PhotSat, un projecte cofinançat pel Mecanisme de Recuperació, Transformació i Resiliència - NextGeneration de la Unió Europea i per la Generalitat de Catalunya. Aquesta missió està liderada i gestionada per l'IEEC amb la col·laboració de diversos grups acadèmics i centres de recerca com ara la UB (Universitat de Barcelona), la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya), la UAB (Universitat Autònoma de Barcelona) i l'ICE-CSIC (Institut de Ciències de l'Espai).

2. Especificacions tècniques i condicions de treball

Els serveis a realitzar es defineixen en base al conjunt d'especificacions tècniques aplicables per la missió detallades en la clàusula 6 del present document ("Requisits i especificacions tècniques") i al conjunt del treball esperat a realitzar per l'adjudicatari del contracte descrit en la clàusula 7 ("Terminis, fases i seguiment de la prestació dels serveis").

3. Documents aplicables i de referència

Els documents aplicables es consideren part d'aquest document, en la mesura especificada en el present document.

AD	Títol/Autor	Referència del document	Versió	Data
AD-01	PhotSat Optics Requirements Document	PHOTSAT-IEEC-RDD-OPT-044	1.2	2024/02/05

RD	Títol/Autor	Referència del document	Versió	Data
RD-01	CubeSat Design Specification 14	CP-CDS-R14.1		
RD-02	CubeSat Standards Handbook			
RD-03	ECSS Quality assurance	ECSS-Q-ST-20C		

4. Acrònims

AIT	Assembly, Integration and Test
AIV	Assembly, Integration and Verification
CDR	Critical Design Review
CVCM	Collected Volatile Condensable Materials
ECSS	European Coordination for Space Standardization
EGSE	Electrical Ground Support Equipment
EOL	End Of Life
EPS	Electronic Power System
FEE	Front End Electronics
FM	Flight Model
ICD	Interface Control Document
ICU	Instrument Control Unit
IEEC	Institut d'Estudis Espacials de Catalunya
KO	Kick-Off
LEO	Low Earth Orbit
OBC	On Board Computer
OGSE	Optical Ground Support Equipment
PDR	Preliminary Design Review
PM	Project Manager
QM	Qualification Model
SoW	Statement of Work
SSO	Sun-Synchronous Orbit
SW	Software
TCS	Thermal Control System
TML	Total Mass Lost
TRL	Technological Readiness Level
TRP	Temperature Reference Point
TRR	Test Readiness Review
UV	Ultraviolet range
VIS	Visible range
WVR	Water Vapor Regained

5. Introducció

Aquest document defineix els serveis a executar per complir amb les necessitats de l'IEEC en relació amb la missió PhotSat de cara a l'adquisició del subsistema òptic de PhotSat.

5.1. Descripció i context de la missió

El projecte PhotSat consisteix en la primera missió espacial liderada íntegrament per l'IEEC dedicada al camp de l'astrofísica mitjançant el desenvolupament d'un satèl·lit capaç de realitzar fotometria de les estrelles més brillants.

L'objectiu d'aquest projecte espacial és el de desenvolupar un petit satèl·lit amb dos telescopis per donar resposta a l'interès científic de l'IEEC de tenir el seu propi sistema per observar fenòmens astronòmics que no es poden caracteritzar adequadament des de Terra, fet de gran interès també per part de la comunitat científica a nivell global pel que fa a aquests tipus d'observacions. Un altre propòsit d'aquest projecte és el de donar un impuls al desenvolupament de les infraestructures acadèmiques i industrials del sector espacial amb l'objectiu de desenvolupar la capacitat i l'expertesa per dur a terme futures missions basades en petits satèl·lits i amb un temps de desenvolupament curt (<3 anys).

Les observacions astronòmiques realitzades des d'observatoris a Terra estan limitades pel filtratge i la distorsió de la radiació electromagnètica (*scintillation* o *twinkling*) a causa de l'atmosfera i pel cicle diari que limita el temps en què es pot dedicar a cada objecte observable. Evitant l'atmosfera de la Terra, els observatoris situats en l'espai obren la possibilitat d'aconseguir una precisió molt més alta pel que fa a la fotometria i de treballar en rangs de longituds d'ona bloquejades per l'atmosfera.

El PhotSat serà un observatori espacial amb capacitat per realitzar fotometria d'alta precisió en les bandes visible i ultraviolada. S'utilitzarà per a diversos casos científics i per proporcionar dades de suport a nombrosos programes espacials internacionals operatius avui dia, incloent la caracterització fotomètrica de fonts observades pel JWST, obtenir la part més brillants de les observacions de LSST, combinar la fotometria multibanda d'alta qualitat realitzada en espai amb observacions terrestres, entre d'altres. Més específicament, aquest tipus d'observacions seran rellevants en els camps dels exoplanetes, física estel·lar, esdeveniments transitoris brillants (supernoves, quilonoves i més), variabilitat d'esdeveniments energètics, objectes del sistema solar entre d'altres. Donada l'evolució del sector NewSpace, la missió també té com a objectiu desenvolupar un coneixement i expertesa necessàries per poder realitzar projectes i experiments científics basades en aquestes noves plataformes i tecnologies.

Més concretament, la missió PhotSat consistirà en un satèl·lit de 12U (essent 1U, una unitat definida segons l'estàndard CubeSat) amb una càrrega útil d'astronomia desenvolupada per l'IEEC que orbitarà en una òrbita baixa a mínim 500 km quasi polar i heliosíncrona (SSO). El principal objectiu tècnic de la missió és el d'escanejar i fer seguiment fotomètric de tot el cel disponible, en diverses bandes fotomètriques, amb una cadència de 2 dies i amb una precisió fotomètrica del 1% a la magnitud visual (banda estreta VIS) de 12 o més brillant. Aquest satèl·lit serà el primer de l'IEEC i s'espera que estigui totalment operatiu l'any 2026 i almenys durant 2 anys.

La càrrega útil d'astronomia del satèl·lit PhotSat estarà composta per diversos sistemes i mòduls. Un d'ells és el subsistema òptic, que consisteix en l'estructura i un conjunt de lent i filtres, un per a cadascun dels dos telescopis, que permetran a tots dos observar i realitzar fotometria d'alta precisió en les bandes esmentades (un telescopi per la banda visible i l'altre telescopi per la banda ultraviolada). A través d'aquest contracte, l'adjudicatari haurà de proporcionar aquest subsistema òptic, complint amb les especificacions tècniques definides a la clàusula 6 i seguint la declaració de treball definida en la clàusula 7 del present document.

5.2. *Abast dels serveis*

Aquest document forma part del paquet de documentació lliurat per a la licitació del contracte de servei per al disseny i la provisió del subsistema òptic de PhotSat. Conté les especificacions tècniques i la descripció del treball aplicable per a la contractació del servei esmentat. Això inclou:

- Disseny, implementació, test i validació del subsistema òptic del satèl·lit PhotSat i de les seves interfícies amb la resta de la càrrega útil d'astronomia i els sistemes i mòduls de la plataforma, seguint els requisits descrits per l'IEEC en aquest document i els aplicables, a través d'un procés de disseny iteratiu.
- Suport en el procés d'integració, verificació i validació funcional de la càrrega útil d'astronomia del PhotSat (AIT/AIV de la càrrega útil).
- Suport tècnic durant la campanya d'AIV/AIT del satèl·lit PhotSat.

La clàusula 6 d'aquest document conté, en primer lloc, la descripció de la càrrega útil d'astronomia del satèl·lit PhotSat, els seus objectius tècnics i el seu funcionament, per a una millor comprensió de la seva operativa. En segon lloc, es descriuen els requisits tècnics i les especificacions per al disseny i subministrament del subsistema òptic de PhotSat i per la seva integració a la càrrega útil d'astronomia. Aquestes especificacions seran utilitzades pels licitadors durant la fase de licitació per definir una proposta per dissenyar, desenvolupar i fabricar el subsistema òptic i com donaran suport a la seva integració en la càrrega útil de PhotSat, i que es presentarà a l'IEEC.

Les clàusules 7 i 8 contenen la descripció del treball i les condicions per a l'execució del servei proposat pel lliurament del subsistema òptic de PhotSat. Inclou una definició i explicació de les fases associades amb el desenvolupament del projecte, les principals fites previstes dins d'aquestes fases, els lliurables requerits a cada fita i les revisions proposades per supervisar i controlar l'evolució del projecte.

5.2.1. *Servei de disseny i fabricació*

El servei de disseny i fabricació inclou totes aquelles activitats d'enginyeria relacionades amb l'assoliment dels serveis encarregats a l'adjudicatari. Mitjançant aquest servei, l'adjudicatari haurà de garantir que la resta de

serveis s'executen satisfactòriament i conforme a les necessitats de l'IEEC. Aquest servei inclou la realització de les tasques següents:

- Anàlisi dels requisits i necessitats de la càrrega útil d'astronomia del PhotSat.
- Disseny i desenvolupament del subsistema òptic del satèl·lit PhotSat seguint els requisits i les especificacions descrits per l'IEEC, a través d'un procés de disseny iteratiu.
- Gestió de compres, estoc i disponibilitat de la infraestructura de test necessària.
- Verificació, integració i qualificació del producte.
- Logística per lliurar el producte final a les instal·lacions de l'IEEC.
- Producció de documentació associada, detallada en la clàusula 8 d'aquest document.

5.2.2. Servei de suport per la integració, test i validació

El servei de suport per a la integració de càrrega útil d'astronomia dissenyada i desenvolupada per l'IEEC a bord del satèl·lit PhotSat i per a la seva validació funcional inclou les següents activitats:

- Suport en la integració, verificació i qualificació de la càrrega útil (AIT/AIV de la càrrega útil d'astronomia i del satèl·lit PhotSat) i la validació funcional de la càrrega útil abans del llançament.
- L'adjudicatari ha de proporcionar un suport tècnic durant la campanya AIV/AIT de la càrrega útil, així com durant la campanya AIT/AIV de la plataforma. En aquesta darrera fase només en el cas que l'òptica no compleixi amb algun requisit donat no validat en fases anteriors. L'adjudicatari haurà de responsabilitzar-se del problema, fins i tot si això implica reparar o substituir components òptics per complir amb els requisits.
- Coordinació amb l'IEEC durant totes les fases de la missió.

6. Requisits i especificacions tècniques

Els requisits i especificacions tècniques que el subsistema òptic haurà de complir estan descrites a l'Annex I del present document.

7. Terminis, fases i seguiment de la prestació dels serveis

7.1. Termini màxim d'execució i terminis parcials

El desenvolupament dels serveis s'ha de realitzar d'acord amb els requisits tècnics descrits en la clàusula 6 del present document. La **Figura 1** mostra, sense escala temporal, la relació entre les Fites i les Fases aplicables a l'execució del contracte.

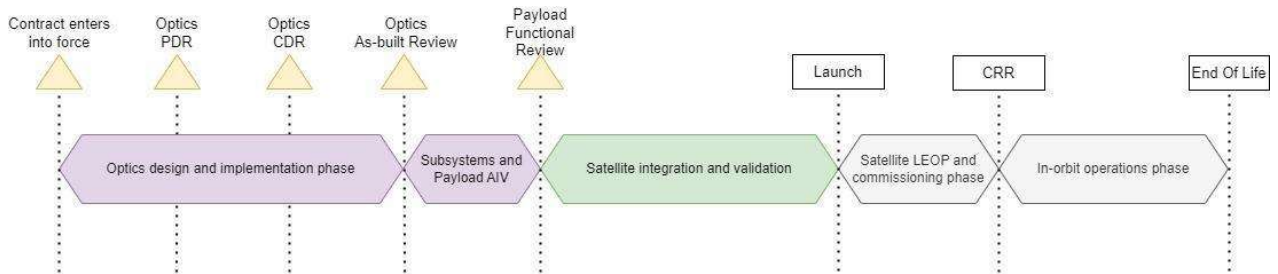


Figura 1 Relació entre les Fites i les Fases aplicables

En la **Taula 1** s'estableixen els terminis parcials relacionats amb les fites, essent T0 la data de signatura del contracte:

Fita	Nom	Termini
1	Revisió del Disseny Preliminar (PDR: <i>Preliminary Design Review</i>)	T0 + 1 mes
2	Revisió Crítica del Disseny (CDR: <i>Critical Design Review</i>)	Fita 1 + 1 mes i 15 dies
3	Revisió del subsistema òptic <i>As-built</i> (<i>Optics As-built Review</i>)	Fita 2 + 2 mesos
4	Revisió funcional de la càrrega útil (<i>Payload Functional Review</i>)	Fita 3 + 2 mesos

Taula 1 Terminis parcials relacionats amb les fites de la missió

7.2. Fases i seguiment de la prestació de serveis

El seguiment del contracte es farà mitjançant la celebració de fites i reunions de seguiment de periodicitat diversa segons la fase aplicable i amb la presència del responsable del contracte per part de l'empresa adjudicatària i el personal especialitzat de l'IEEC ja sigui el/la responsable del contracte o persona que aquest designi. Les fites es consideraran assolides quan l'adjudicatari faci entrega dels lliurables associats i la corresponent documentació de referència i aplicable, les dues parts acceptin l'acta de la reunió i s'acordi que no hi ha elements de discrepància oberts.

Tant l'IEEC com l'adjudicatari podran sol·licitar la convocatòria de reunions de caire tècnic addicionals que resultin necessàries per la correcta execució del contracte.

En cadascuna de les reunions, l'adjudicatari farà entrega de l'acta de la reunió i de la documentació addicional aplicable:

- Fites: lliurables i documentació de referència associats
- Reunions de seguiment: informe de progrés

L'adjudicatari farà un seguiment de les accions que es puguin derivar de les trobades durant tota la durada del contracte.

7.2.1. Fase KO

El projecte comença amb una reunió d'inici del projecte, *kick-off meeting* (KO). La reunió de kick-off permetrà:

- Confirmar i formalitzar l'inici del projecte i iniciar la següent fase.
- Garantir que les dues parts tinguin una comprensió clara dels termes i condicions del contracte relacionats amb l'execució del projecte.
- Discutir i resoldre qualsevol problema o preocupació que hagi sorgit des de la fase de licitació.
- Establir terminis específics per resoldre qualsevol qüestió pendent relacionada amb la documentació del projecte.
- Assegurar l'acord sobre el contingut i el format dels lliurables.

7.2.2. Fase de disseny i implementació

La fase de disseny i implementació s'inicia automàticament amb l'inici de la vigència del contracte i s'acaba amb la revisió del subsistema òptic *As-built* (*Optics As-built Review*).

Durant aquesta fase, l'adjudicatari, partint dels requisits tècnics proposats i definits en la clàusula 6 del present document, s'encarrega del disseny, desenvolupament, fabricació, validació, test i qualificació del subsistema òptic. Atès que la càrrega útil d'astronomia és dissenyada i implementada per l'IEEC, aquesta fase implicarà la coordinació i gestió entre els equips tècnics de l'adjudicatari i l'IEEC.

L'IEEC col·laborarà conjuntament amb el proveïdor pel que fa al disseny i implementació de les interfícies mecàniques amb l'estructura de la plataforma i amb els detectors de la càrrega útil.

Després del CDR, es començarà la fabricació dels models de vol. En paral·lel, l'adjudicatari coordinarà la preparació de la documentació i les activitats d'AIV/AIT de l'òptica amb els enginyers de l'IEEC en aquells tests on es requereix el detector.

Després de l'acceptació de la fita de la Revisió del subsistema òptic *As-built*, l'adjudicatari coordinarà les tasques associades amb la integració, l'assemblatge i la validació de la càrrega útil juntament amb l'equip d'enginyeria de l'IEEC.

7.2.2.1. Seguiment

El seguiment durant aquesta fase es farà de la següent manera:

- Reunions de seguiment, on l'adjudicatari farà entrega d'un Informe de Progrés (*Progress Report*) segons el mètode descrit en la clàusula 8 d'aquest document, amb la cadència d'una reunió setmanal. El licitador pot proposar trobades addicionals de caràcter tècnic.
- Celebració de les fites següents:
 - PDR: *Preliminary Design Review* (Revisió del Disseny Preliminar)
 - CDR: *Critical Design Review* (Revisió Crítica del Disseny)
 - *Optics As-built Review* (Revisió del subsistema òptic *As-built*)

La documentació tècnica entregada i mètode de celebració en cadascuna de les fites es detalla en la clàusula 8 del present document.

Per tal de poder passar a la següent fita contractual, la fase de disseny haurà de superar-se amb èxit, d'acord amb les indicacions tècniques de l'IEEC.

7.2.3. AIV dels subsistemes i de la càrrega útil

Entre la fita 3 (Revisió del subsistema òptic *As-built*) i la fita 4 (Revisió Funcional de la Càrrega Útil), l'adjudicatari coordinarà les activitats relacionades amb:

- Coordinar l'enviament de l'òptica i els seus OGSEs des de les instal·lacions de l'adjudicatari a les instal·lacions de test, així com també els detectors i els EGSEs de l'IEEC.
- Recepció i integració de tots els elements per a la fase AIV/AIT de la càrrega útil.
- Execució de la validació funcional i de rendiment de l'òptica juntament amb els detectors i amb la participació de l'equip d'enginyeria de l'IEEC.

7.2.3.1. Tests de validació

L'adjudicatari ha de realitzar com a mínim els següents tests de qualificació (QT), que es concretaran més durant la fase de desenvolupament juntament amb els enginyers de l'IEEC:

- Test Funcional (a nivell del mar i a pressions de buit)
- Test de Rendiment (a nivell del mar i a pressions de buit)

- Test d'Interfícies (amb el mecanisme del siderostat, el detector i l'estructura del satèl·lit)

7.2.3.2. Seguiment

Les reunions de seguiment i l'entrega de l'Informe de Progrés seran de caràcter setmanal a partir d'aquesta fase i fins a l'extinció del contracte.

La documentació tècnica requerida i el mètode per dur a terme cada fita es detallen a la clàusula 8 d'aquest document.

Per tal de poder passar a la següent fita contractual, la fase de revisió del subsistema òptic i revisió funcional de la càrrega útil haurà de superar-se amb èxit, d'acord amb les indicacions tècniques de l'IEEC.

7.2.4. Suport durant les fases d'AIV/AIT i posada en servei de la càrrega útil i del satèl·lit

Un cop la càrrega útil d'astronomia estigui muntada i validada, s'enviarà directament a les instal·lacions del proveïdor de la plataforma per a la seva integració a la plataforma del satèl·lit. A partir d'aquest moment, l'adjudicatari proporcionarà suport en els procediments d'AIV/AIT (Assemblatge, Integració, Verificació i Test) de la càrrega útil d'astronomia amb la plataforma del satèl·lit (executat pel proveïdor de la plataforma), específicament en aquells tests i verificacions on estan involucrats els subsistemes òptics, amb l'ajuda de l'equip d'enginyeria de l'IEEC.

L'adjudicatari ha de proporcionar suport tècnic durant la campanya AIV/AIT de la plataforma només en el cas que els subsistemes òptics no compleixin amb algun requisit donat no validat en fases anteriors. L'adjudicatari haurà de responsabilitzar-se del problema, fins i tot si això implica reparar o substituir components òptics per complir amb els requisits.

8. Condicions d'execució del servei

8.1. Lliurables

L'adjudicatari, en les reunions periòdiques de seguiment, farà entrega d'un Informe de Progrés. El contingut de l'informe detallarà el contingut especificat a continuació:

- Activitats realitzades des de l'últim informe de progrés.
- Incidències, anomalies i accions.
- Activitats planificades fins a la propera reunió de seguiment.
- Seguiment de les accions obertes.
- Previsió d'assoliment de les Fites futures.

La següent taula, **Taula 2**, mostra els lliurables associats a cadascuna de les fites contractuals. En cas que un document lliurat anteriorment sigui sotmès a revisió o evolució, aquest s'haurà de lliurar en la fita contractual en curs.

Document	PDR	CDR	Optics As-built Review	Optics AIV/AIT Review
System Concept and Design Iterations (Trade-off)	X	X		
Straylight analysis	X	X	X	
System and Subsystems Requirements and Specifications	X	X		
Technical Budgets Analysis	X	X		
Requirements Compliance Matrix	X	X	X	
Detailed Design Description Document (CAD + ZEMAX)	X	X	X	
Optics AIV Plan and Procedures		X	X	X
ICD of the optical subsystem within the astronomy payload	X	X	X	
Verification Control Reports	X	X	X	X

Taula 2 Relació de lliurables a cadascuna de les fites contractuals

8.2. Comunicació i divulgació

Les accions comunicatives associades a la publicació de resultats o assoliments tècnics segons el compliment de les diferents fites estipulades al contracte hauran de coordinar-se i ser aprovades per l'IEEC.

Un cop adjudicat el contracte, l'IEEC i l'adjudicatari consensuaran un pla de comunicació per a cada fase.

L'adjudicatari no podrà fer públic cap material audiovisual (imatge, vídeo, etc.) generat en relació a la missió PhotSat fins que l'IEEC ho autoritzi explícitament. Pel cas de material propietat de l'IEEC, aquest establirà les condicions de difusió per part de l'adjudicatari i de tercers, si s'escau.

9. ANNEX I

9.1. Requisits i especificacions tècniques

Els requisits i especificacions tècniques descrites en aquesta clàusula són extretes dels documents de definició de requeriments [AD-01].

9.1.1. Propòsit i abast

L'objectiu d'aquesta secció és la de definir els requisits i objectius tècnics per al disseny, desenvolupament i fabricació del subsistema òptic de PhotSat i per la seva integració en la càrrega útil d'astronomia.

9.1.2. Definició del Format dels Requisits

Cada requisit i objectiu es defineix en una taula que contindrà tota la informació rellevant per identificar, seguir, entendre i verificar un determinat requisit/objectiu. En aquesta secció es defineix el format d'aquesta taula i els seus paràmetres.

ID	R-SUBS-TYPE-PRI-VER-XXY
Títol	
Descripció	
Prioritat	
Verificació	
Pares	
Justificació	

9.1.2.1. ID (Identification code – Codi d'identificació)

El codi d'identificació del requisit/objectiu amb la seva cel·la de la taula pintada de gris si és un Requisit i pintada de blau si és un Objectiu. Segueix un format *R-SUBS-TIPUS-PRI-VER-XXY*, on:

SUBS es refereix al subsistema que haurà de complir amb el requisit:

codi	definició
SM	Siderostat Mechanism
VIS	Visible Optics
UV	Ultraviolet Optics
VISUV	Visible and Ultraviolet Optics
DET	Detector and its electronics
ICU	Instrument Control Unit
TCS	Thermal Control System

TYPE es refereix al tipus de requisit i haurà de ser una de les següents opcions:

codi	definició
SCI	Scientific requirement
FUN	Functional Requirement
PER	Performance Requirement
ENV	Environmental Requirement
IF	Interface Requirement
QA	Quality Assurance Requirement
LG	Logistics Requirement
DEV	Development Requirements

PRI es refereix a la prioritat del requisit i haurà de ser una de les següents opcions:

codi	definició
L	Low priority
M	Medium priority
H	High priority

VER es refereix al mètode de verificació utilitzat per validar el compliment del requisit i haurà de ser una o una combinació de les següents opcions:

codi	definició
R	Verification by Review of Design
I	Verification by Visual Inspection
A	Verification by Analysis
T	Verification by Test

XXY és el número del requisit/objectiu per a un determinat subsistema (*SUBS*) i tipu (*TYPE*):

codi	definició
XX	2-digit number starting with 01
Y	0 if it is a requirement. 5 if it is a goal.

Exemple: R-PFM-SCI-H-R-010

9.1.2.2. **Títol**

Un nom comprensible per identificar el requisit/objectiu.

9.1.2.3. **Descripció**

Descripció detallada del requeriment/objectiu.

9.1.2.4. **Prioritat**

La prioritat del requisit/objectiu: haurà de ser una de les següents opcions i coincidir amb l'ID del requisit/objectiu:

Prioritat	ID codi <i>PRI</i>	Significat
Low Priority	L	Modificar la naturalesa del requisit no impacta directament la missió científica ni altres requisits
Medium Priority	M	Modificar la naturalesa del requisit implica un compromís (<i>trade off</i>) amb altres requisits
High Priority	H	Modificar la naturalesa del requisit no és possible ja que impacta directament en la missió científica o en altres requisits crítics

9.1.2.5. **Mètode de verificació**

El mètode de verificació per validar la correcta implementació del requisit/objectiu: ha de ser una de les següents opcions o una combinació d'aquestes i coincidir amb el codi ID del requisit/objectiu:

Mètode de verificació	ID codi <i>VER</i>
Review of the design	R
Inspection	I
Analysis	A
Test	T

9.1.2.6. **Pares**

Codi(s) ID dels requisits pare del requisit/objectiu, separats amb comes.

Exemple: R-TOP-SCI-H-R-010, R-TOP-SCI-H-R-020, ...

9.1.2.7. **Justificació (opcional)**

Camp opcional. Descripció dels motius i el context que justifica l'existència del requisit.

9.1.2.8. Exemples

ID	R-VIS-QA-H-R-030
Títol	VIS Optics TRL
Descripció	El TRL dels components del subsistema òptic visible haurà de ser de 7 o superior.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-R-30
Justificació	

ID	R-VIS-QA-H-R-030
Títol	VIS Optics TRL Goal
Descripció	El TRL dels components del subsistema òptic visible haurà de ser de 7 o superior.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-R-35
Justificació	

9.1.3. Visió general del sistema del satèl·lit

Aquesta secció descriu una visió general de la missió, amb especial atenció a la càrrega útil d'astronomia de PhotSat, a l'estructura i subsistemes d'aquesta i els seus objectius tècnics.

El satèl·lit PhotSat és un CubeSat de 12 unitats (12U segons l'estàndard CubeSat - cubesat.org), com es mostra a la **Figura 2**. Per maximitzar la potència i l'estabilitat tèrmica, orbitarà la Terra a una altitud aproximada i no inferior a 500 km en una òrbita sincrònica amb el Sol (SSO - *Sun Synchronous Orbit*), mantenint sempre els seus panells solars perpendiculars al Sol. Amb un desenvolupament àgil, s'espera que el satèl·lit es llanci a finals del 2025.

PhotSat és una missió espacial destinada a escanejar i monitoritzar tot el cel cada dos dies, extraint la fotometria de les estrelles més brillants mentre detecta i alerta de possibles fenòmens transitoris. Amb dues petites càmeres (telescopis) i un mecanisme de rotació amb un mirall (siderostat), el satèl·lit PhotSat podrà observar estrelles en el rang de longituds d'ona del visible (VIS) i ultraviolat (UV), alhora que detecta i alerta sobre possibles fonts variables. El satèl·lit cobreix el cel mantenint-se en una orientació fixa respecte al cel durant cada òrbita i utilitzant el mecanisme rotatiu (un mirall siderostat) a l'entrada del telescopi per escanejar un cercle gran. Al final de cada òrbita, el pla de rotació del siderostat es modifica reorientant el satèl·lit, i el procés es repeteix fins que s'ha cobert tot el cel.

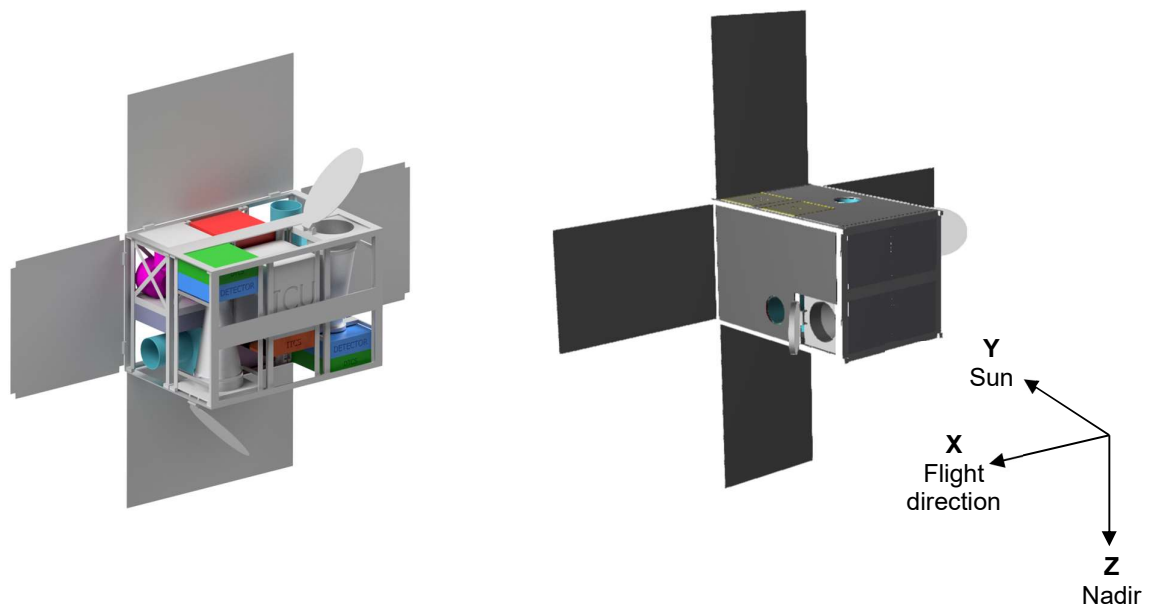


Figura 2 Visió general del satèl·lit (possibles configuracions)

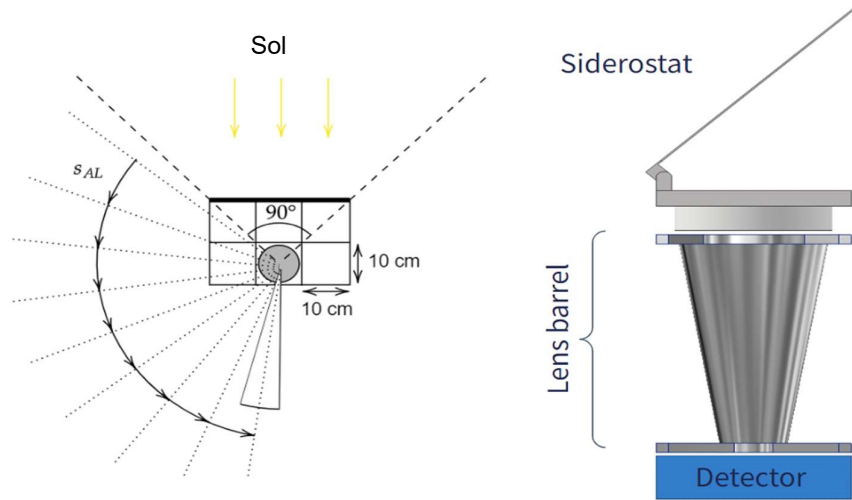
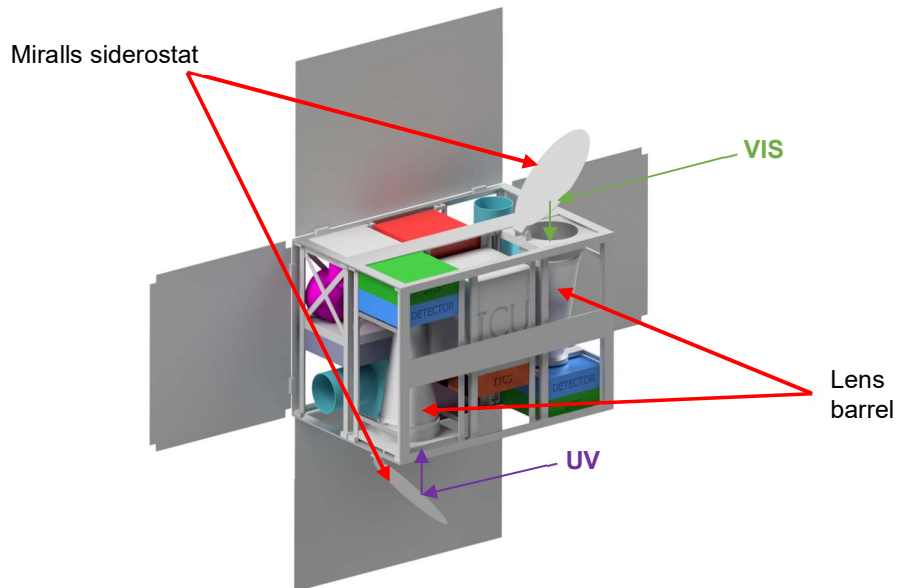


Figura 3 Diagrama de rotació del siderostat (esquerra) i concepte dels sistemes òptics (dreta)



El satèl·lit està equipat amb dues petites obertures, però amb un gran camp de visió cadascuna (de 6 o 8 graus de diàmetre). Els telescopis són dispositius gairebé idèntics, excepte per la seva sensibilitat a la longitud d'ona: un canal visual (de 500 a 700 nm, dividit en dues bandes per millorar la resolució espectral) i un canal ultraviolat (de 200 a 300 nm, amb una única banda per augmentar el senyal i simplificar l'òptica). Els dos canals consisteixen en lents dissenyades específicament (una per al VIS i una altra per a l'UV) connectades als detectors (CMOS, píxels de 2k x 2k de 5 micres o més grans - GSENSE 2020BSI).

Cada siderostat i telescopi estan protegits de la llum solar directa gràcies als panells solars del satèl·lit, que també bloquegen l'accés al cel a uns 45-60 graus de l'eix de la direcció del Sol (*Sun avoidance angle*), com es mostra a la **Figura 3**.

El cas científic principal en el que es parteix per establir els requisits de la missió consisteix a obtenir imatges de tot el cel disponible cada dos dies, aconseguint una precisió fotomètrica d'aproximadament un 1% en el canal VIS (banda estreta VIS) per a una magnitud de 12 mag, que inclou més de 2 milions de fonts. Com que obtindrà i descarregarà imatges completes a terra, també es podran detectar objectes (estrelles i fenòmens transitoris) fins a una magnitud de 16 mag amb una precisió fotomètrica d'aproximadament un 20% en el límit de feblesa. Per al canal UV, el límit de magnitud és menys clar, ja que és un domini no explorat (tant científicament com en termes de rendiment tecnològic), però s'espera assolir una bona precisió fotomètrica al voltant de 9 mag (nivell del 1%) i un límit de detecció de fins a 13 mag.

El diagrama de blocs del satèl·lit PhotSat es pot veure a la **Figura 5**, amb una clara distinció entre els subsistemes de la càrrega útil d'astronomia i de la plataforma. Mentre que la càrrega útil s'encarregarà de moure els siderostats i extreure les dades científiques del sistema òptic, la plataforma serà responsable d'alimentar el satèl·lit, controlar la seva orientació, establir comunicacions amb el segment terrestre i gestionar totes les dades entre els subsistemes, incloent-hi la càrrega útil d'astronomia.

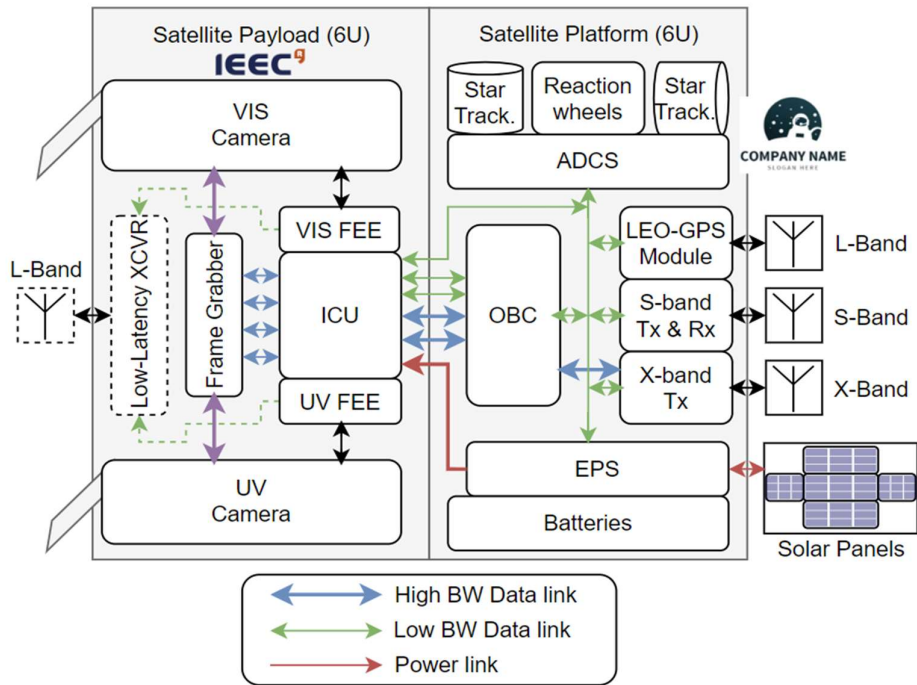


Figura 5 Concepte dels principals subsistemes de la càrrega útil d'astronomia i de la plataforma de PhotSat

La figura següent mostra una visió general dels subsistemes de la càrrega útil d'astronomia, amb especial atenció a la separació entre els diferents subsistemes principals.

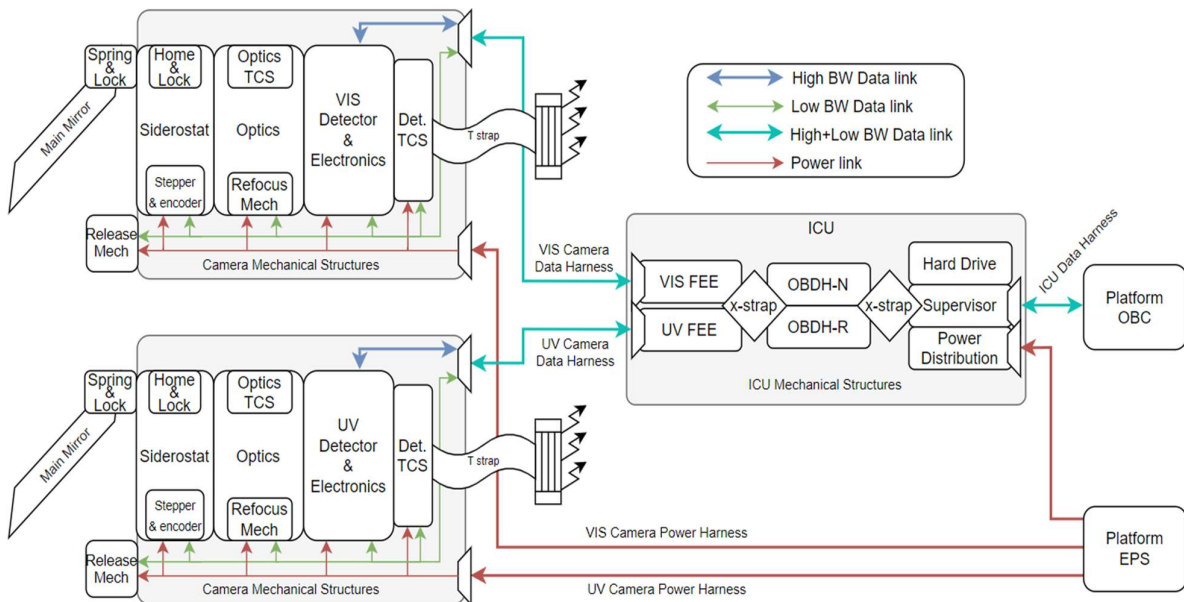


Figura 6 Concepte dels principals subsistemes de la càrrega útil d'astronomia de PhotSat

9.1.4. Requisits del subsistema òptic visible (VIS)

Listes dels requisits i objectius (*goals*) que s'apliquen al subsistema òptic en l'espectre visible (VIS).

9.1.4.1. Requisits funcionals

Els següents requisits i objectius especifiquen què ha de fer el subsistema òptic i com ha d'interactuar amb la càrrega útil d'astronomia i la plataforma.

ID	R-VIS-FUN-H-RA-010
Títol	VIS Optics operative location
Descripció	El subsistema òptic de PhotSat haurà de funcionar dins un satèl·lit tipu CubeSat (Standard CubeSat cubesat.org), en una òrbita heliosíncrona Dawn-Dusk en LEO (<i>Low Earth Orbit - Òrbita Terrestre Baixa</i>) amb una excentricitat inferior a 0,0025, a una altitud no inferior a 500 km i amb la inclinació necessària perquè el pla orbital precedeixi ($97,7^\circ$) i observar el cel amb el mecanisme de siderostat a un extrem i el detector GSENSE 2020BSI a l'altre.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-FUN-H-RAT-020
Títol	VIS Optics spectral range
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de ser capaç d'observar les estrelles amb una càmera dissenyada per a l'espectre visible: de 500 nm a 700 nm.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-FUN-H-RAT-025
Títol	VIS Optics spectral range Goal
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat hauria de ser capaç d'observar les estrelles amb una càmera dissenyada per a l'espectre visible: de 370 nm a 840 nm.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-FUN-H-RAT-030
Títol	VIS Optics optical filters
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha d'utilitzar 2 filtres per separar l'ample de banda òptic en 2 àrees sobre el detector, col·locant els 2 filtres <u>de costat</u> a la finestra del detector (<i>tapped cover glass</i>).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-FUN-H-RAT-035
Títol	VIS Optics optical filters Goal
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat hauria d'utilitzar 2 filtres per separar l'ample de banda òptic en 2 àrees sobre el detector, col·locant els 2 filtres dividits en 4 quadrants a l'estil d'un taulell d'escacs a la finestra del detector (<i>tapped cover glass</i>).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-FUN-H-RAT-040
Títol	VIS Optics optical filters range
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha d'utilitzar 2 filtres per separar l'ample de banda òptic en 2 àrees sobre el detector: Filtre A: banda de pas de 500 a 700 nm (banda ampla) Filtre B: banda de pas de 600 a 700 nm (banda estreta)
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-FUN-H-RAT-045
Títol	VIS Optics optical filters range Goal
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat hauria d'utilitzar 2 filtres per separar l'ample de banda òptic en 2 àrees sobre el detector: Filtre A: banda de pas de 380 a 840 nm (banda ampla) Filtre B: banda de pas de 600 a 840 nm (banda estreta)
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	

ID	R-VIS-PER-H-RAI-050
Títol	VIS Optics filters pixel alignment
Descripció	La zona d'unió dels dos filtres del subsistema òptic VIS del PhotSat s'alinearà amb les columnes/fileres de píxels del detector amb una precisió de 6 arcmin.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-PER-H-RAI-060
Títol	VIS Optics filters area
Descripció	El nombre de píxels il·luminats per cada filtre del subsistema òptic VIS ha de ser el mateix (50% ± 4 columnes/fileres de píxels).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-FUN-H-RA-070
Títol	VIS Optics thermal control systems
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de ser dissenyat per a un màxim desacoblament tèrmic amb la resta del satèl·lit, però si és necessari, es podrà generar calor mitjançant escalfadors elèctrics (<i>thermal heaters</i>) proporcionats per la ICU de la càrrega útil, mentre que per a la dissipació de calor haurà de fer servir elements passius com punts d'ancoratge estructurals de la plataforma, tubs de calor o corretges tèrmiques i radiadors situats a la cara anti-Sol del satèl·lit.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	El satèl·lit ha de disposar d'un sistema de control tèrmic per funcionar, especialment per als detectors, el sistema òptic i la ICU.

ID	R-VIS-FUN-H-RIAT-080
Títol	VIS Optics straylight
Descripció	El component de contaminació per llum difusa (<i>straylight contamination</i>) ha de contribuir a la llum detectada amb un percentatge inferior a 10^{-5} .
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Inspection, Analysis, Test
Pares	
Justificació	La Terra, la Lluna i els planetes del sistema solar, i potencialment també el Sol, estaran al voltant del satèl·lit, projectant llum cap al sistema òptic.

9.1.4.2. Requisits de rendiment

Els següents requisits i objectius especifiquen el rendiment dels subsistema per tal d'assolir els objectius de la missió.

ID	R-VIS-PER-H-RA-010
Títol	VIS Optics diffraction encircled energy (>80%)
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de concentrar fotons (amb una energia difractada policromàtica encerclada de >80%) sobre una àrea del detector de 13 μm .
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	13 μm correspon a la mida del píxel multiplicada per 2, un mostreig de 2 píxels per element de resolució.

ID	R-VIS-PER-H-RAT-015
Títol	VIS Optics diffraction encircled energy (>80%) Goal
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat hauria de concentrar fotons (amb una energia difractada policromàtica encerclada de >80%) sobre una àrea del detector de 6.5 μm .
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	6.5 μm correspon a la mida del píxel.

ID	R-VIS-PER-H-RAT-020
Títol	VIS Optics Effective Image Quality
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha d'estar optimitzat per a un pla focal pla (<i>flat focal plane</i>) i proporcionar una qualitat d'imatge efectiva sobre el detector d'almenys: Des del centre del camp fins al 80% del FoV: < 13 μm Per sobre del 80% del FoV: < 20 μm
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-PER-H-RAT-025
Títol	VIS Optics Effective Image Quality Goal
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat hauria d'estar optimitzat per a un pla focal pla (<i>flat focal plane</i>) i proporcionar una qualitat d'imatge efectiva sobre el detector d'almenys: Des del centre del camp fins al 90% del FoV: < 6.5 μm Per sobre del 90% del FoV: < 18 μm
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-PER-H-RAT-030
Títol	VIS Optics transmittance
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de permetre una transmissió total (des de l'apertura fins al detector) superior al 70% a qualsevol longitud d'ona operativa.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-PER-H-RAT-035
Títol	VIS Optics transmittance Goal
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat hauria de permetre una transmissió total (des de l'apertura fins al detector) superior al 80% a qualsevol longitud d'ona operativa.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-PER-H-RAT-040
Títol	VIS Optics Telecentricity
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de ser telecèntric a tot el camp de visió (FoV) fins a $\leq 2^\circ$ (graus).
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-PER-H-RAT-050
Títol	VIS Optics distortion
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de tenir una radial f-Tan(θ) \leq 2% a través de tot el camp de visió (FoV).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

Pel que fa als requisits i objectius relacionats amb:

- Camp de visió (*Field of View*)
- Apertura relativa (*Relative aperture*)
- Vida operativa (*Operative lifetime*)
- Rendiment vs temperatura

Tant els subsistemes òptics visibles (VIS) com els ultraviolats (UV) han de complir les especificacions amb els mateixos paràmetres, ja sigui ambdós complint els requisits o ambdós assolint els objectius.

Aquests requisits s'especifiquen a la secció 9.1.6. *Requisits comuns dels subsistemes òptics VIS i UV.*

9.1.4.3. Requisits ambientals

Els següents requisits i objectius especifiquen les condicions ambientals que els subsistemes han de ser capaços de suportar a terra, durant el llançament i a l'espai.

ID	R-VIS-ENV-H-RI-010
Títol	VIS Optics Satellite Standards
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de seguir l'estàndard CubeSat [RD-01] i els estàndards ECSS adaptats per a CubeSats [RD-03] i han de ser capaços de completar la seva missió amb el CubeSat de 12U d'Open Cosmos i formant part de la càrrega útil d'astronomia desenvolupada a l'IEEC.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	Els estàndards CubeSat són adequats per a una missió ràpida com la de PhotSat i redueixen el disseny, el desenvolupament i la fabricació del satèl·lit, així com els seus costos de llançament.

ID	R-VIS-ENV-H-RI-020
Títol	VIS Optics volume allocation
Descripció	El volum total del subsistema òptic VIS (excloent les interfícies mecàniques) ha de ser inferior a 9 cm x 9 cm x 135 cm i ha d'encaixar dins d'un espai de 1,35U (CubeSat 1U = 10 cm x 10 cm x 10 cm).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	Això va des de la primera superfície, que inclou el diafragma (o obertura del siderostat), fins al pla focal, que és el detector. El detector en sí (la caixa i la seva electrònica) no està inclòs.

ID	R-VIS-ENV-H-RT-030
Títol	VIS Optics mass allocation
Descripció	La massa total en sec del subsistema òptic VIS ha de ser inferior a 1,8 kg.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	
Justificació	La massa màxima d'una unitat d'un CubeSat (1U) és de 1,333 kg, per tant, 1,35U equivaldria a 1,799 kg (sense tenir en compte els marges).

ID	R-VIS-ENV-H-RA-040
Títol	VIS Optics launch environment
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat, les seves estructures i subsistemes han de ser capaces de suportar l'entorn vibracional, acústic i de xoc durant el llançament.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Analysis
Pares	
Justificació	Encara no s'ha triat el vehicle de llançament, però probablement serà un Falcon 9 de SpaceX. No està definit com a "Test" en la verificació, ja que l'IEEC provarà la seva resiliència al llançament mitjançant un <i>shaker</i> .

ID	R-VIS-ENV-M-A-050
Títol	VIS Optics radiation environment
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de sobreviure i funcionar en l'entorn de radiació present en una òrbita polar LEO, durant tota la durada de la missió (fins a 10 krad).
Prioritat	Medium
Verificació	Analysis
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-ENV-M-A-060
Títol	VIS Optics Atomic O environment
Descripció	Els elements del subsistema òptic VIS exposats a l'exterior del satèl·lit (la primera lent) han d'incorporar en el seu disseny tècniques de mitigació per reduir l'impacte de l'erosió per oxigen atòmic en òrbita LEO i garantir el seu funcionament òptim durant la missió, o bé proporcionar prou evidència que no es produirà degradació òptica.
Prioritat	Medium
Verificació	Analysis
Pares	
Justificació	L'oxigen atòmic "plourà" des de totes les direccions (ja que el satèl·lit rota per escanejar tots els cercles màxims) i afectarà a les superfícies externes del satèl·lit, excepte les cares orientades al Sol i anti-Sol, que són gairebé ortogonals a la trajectòria. Sembla que el vidre no es veu tan afectat (segons referències), així que el mirall principal hauria d'estar en bon estat, però els recobriments d'algunes parts podrien no estar tan protegits.

ID	R-VIS-ENV-H-A-070
Títol	VIS Optics Outgassing environment
Descripció	Els elements del subsistema òptic VIS han de tenir una TML < 1%, amb un CVCM de < 0.1% i un WVR < 1% o millor.
Prioritat	High
Verificació	Analysis
Pares	
Justificació	Especialment sensible a prop del detector.

ID	R-VIS-ENV-H-A-080
Títol	VIS Optics Vacuum environment
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de poder operar nominalment sota una pressió de 10^{-8} mbar durant tota la missió i proporcionar forats de purga per evacuar l'aire atrapat dins de geometries i muntatges complicats. El subsistema òptic VIS també ha de ser capaç de suportar (sense operar) la pressió del nivell del mar durant el desenvolupament, la fabricació, entre proves i en emmagatzematge.
Prioritat	High
Verificació	Analysis
Pares	
Justificació	Les proves al buit es realitzaran a l'IEEC.

ID	R-VIS-ENV-H-R-090
Títol	VIS Optics Charging environment
Descripció	Tots els elements metàl·lics del subsistema òptic VIS han d'estar connectats elèctricament a l'estructura del satèl·lit i compartir una connexió de "xassis" amb el EPS.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design
Pares	
Justificació	Les proves de posada a terra (<i>grounding tests</i>) es realitzaran a l'IEEC.

Pel que fa a l'entorn tèrmic, tant els subsistemes òptics visibles (VIS) com els ultraviolats (UV) han de poder operar nominalment sota les mateixes condicions tèrmiques presents a l'interior d'un CubeSat, ja sigui ambdós complint els requisits o ambdós assolint els objectius.

Aquest requisit s'especifica a la secció 9.1.6. *Requisits comuns dels subsistemes òptics VIS i UV.*

9.1.4.4. *Requisits de les interfícies*

Els següents requisits i objectius especifiquen com un subsistema ha d'interactuar amb altres sistemes, tant elèctricament, físicament i funcionalment.

ID	R-VIS-IF-H-RA-010
Títol	VIS Optics Thermal Interfaces
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha d'utilitzar les interfícies tèrmiques adaptades dels sistemes de càrrega útil d'astronomia i de la plataforma (mitjançant l'estructura mecànica o escalfadors adhesius de la ICU) per mantenir els seus rangs de temperatura nominal i de supervivència.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-IF-H-RI-020
Títol	VIS Optics Platform Mechanical Interfaces
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de proporcionar una interfície mecànica per ancorar-se a l'estructura interna del CubeSat de 12U d'Open Cosmos, que està composta per rails laterals amb forats equidistants on s'hi poden ancorar els sistemes mitjançant cargols M2.5 (similar a l'estructura d'un rack de servidor).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-IF-H-RI-030
Títol	VIS Optics Siderostat Mechanical Interface
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de proporcionar una interfície mecànica interna per connectar-se al siderostat, mantenint el rendiment després del llançament i minimitzant l'impacte de la llum dispersa durant tota la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-IF-H-RI-040
Títol	VIS Optics Detector Mechanical Interface
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de proporcionar una interfície mecànica interna per connectar-se al detector, mantenint el rendiment (qualitat òptica) després del llançament i en el buit.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

9.1.4.5. Requisits d'assegurament de la qualitat (QA) i fiabilitat

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions d'Assegurament de la Qualitat i Fiabilitat que s'han de tenir en compte tant en el disseny com en el funcionament dels subsistemes òptics.

ID	R-VIS-QA-H-R-010
Títol	VIS Optics ECSS Standards
Descripció	El desenvolupament del subsistema òptic VIS del PhotSat ha de complir els estàndards ECSS que siguin aplicables als CubeSats, si no hi ha restriccions de pressupost o temps (en aquest cas, s'ha d'emetre un informe de justificació).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	Per defecte, s'aplicaran els estàndards ECSS, però hi pot haver alguns casos en què es poden utilitzar altres estàndards (automobilístics, mèdics, etc.).

ID	R-VIS-QA-H-R-020
Títol	VIS Optics Margin Philosophy
Descripció	El desenvolupament del subsistema òptic VIS ha de tenir en compte un marge del 20% per als <i>budgets</i> d'enginyeria (volum, massa, potència, orientació, temps, etc.) durant les primeres fases i fins al CDR. A partir del CDR, els marges seran del 10%.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-QA-H-RI-030
Títol	VIS Optics Manufacturing, Assembly and Verification Plan
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic VIS ha de proporcionar i documentar la planificació de les etapes de fabricació, muntatge i integració en el pla de fabricació o en un diagrama de flux per al subsistema òptic VIS, incloent la seqüència d'operacions, inspeccions, proves i verificacions, amb referència als procediments mitjançant els quals es realitzen les diverses activitats, així com els nivells de neteja requerits i les exigències de temperatura i humitat de les instal·lacions.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-QA-H-RI-040
Títol	VIS Optics Assembly and Verification Procedures
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic VIS ha de proporcionar un Procediment d'Assemblatge i un Procediment de Prova Funcional perquè un tercer pugui realitzar la integració del siderostat, el sistema òptic i el detector dins de l'estructura del CubeSat de 12U d'Open Cosmos i validar les seves operacions nominals.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-QA-H-R-050
Títol	VIS Optics Plans and Developments Reviewing Methods
Descripció	Els plans de fabricació, verificació i posada en servei han de ser revisats pels enginyers de la càrrega útil d'astronomia de l'IEEC durant la fase de desenvolupament per simplificar i accelerar les proves i verificacions de la càrrega útil.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-QA-H-R-060
Títol	VIS Optics Non Conformance Procedure
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic VIS ha de implementar un procediment de control de no conformitats.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	

9.1.4.6. Requisits de logística

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions logístiques que cal tenir en compte en fabricar, muntar, provar i operar el subsistema òptic.

ID	R-VIS-LG-H-RI-010
Títol	VIS Optics Development Shipping
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic VIS del PhotSat serà responsable, tant en cost com en risc, del transport del subsistema òptic VIS complet i dels seus diferents elements durant la fase de desenvolupament.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-LG-H-RI-020
Títol	VIS Optics Package
Descripció	El subsistema òptic VIS del PhotSat ha de ser empaquetat adequadament pel proveïdor després de la campanya de proves funcionals al final de la fase de desenvolupament, utilitzant un contenidor que asseguri un transport segur i un entorn d'emmagatzematge net pel subsistema òptic.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

9.1.4.7. Requisits de desenvolupament i verificació

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions que cal tenir en compte al desenvolupar i verificar el subsistema òptic.

ID	R-VIS-DEV-H-RI-010
Títol	VIS Optics Functional Test Activities
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic VIS serà responsable de dur a terme la verificació funcional en condicions nominals del subsistema complet amb el suport de l'equip d'enginyeria de l'IEEC.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	Mentre que el proveïdor provarà la funcionalitat, l'IEEC provarà el rendiment sota diferents factors ambientals.

ID	R-VIS-DEV-H-RI-020
Títol	VIS Optics Mechanical EM
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic VIS del PhotSat ha de proporcionar un Model d'Enginyeria ffsic (EM) i el seu CAD de l'estructura mecànica del subsistema, representatiu del comportament termo-mecànic del model de vol (FM), com a molt tard a T0+4 mesos (on T0 és la data de la signatura del contracte), per facilitar la integració mecànica entre els subsistema òptic, el siderostat, el detector i l'estructura del CubeSat de 12U d'Open Cosmos.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-VIS-DEV-H-R-030
Títol	VIS Optics Validation and Commissioning
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic VIS ha de proporcionar suport als enginyers de l'IEEC durant les campanyes AIV/AIT i fins a la posada en servei de la càrrega útil d'astronomia en òrbita terrestre baixa (LEO), en cas que hi hagi problemes, incidències amb el subsistema òptic o resultats de no conformitat.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	

9.1.5. Requisits del subsistema òptic ultraviolat (UV)

Listes dels requisits i objectius (*goals*) que s'apliquen al subsistema òptic en l'espectre ultraviolat (UV).

9.1.5.1. Requisits funcionals

Els següents requisits i objectius especifiquen què ha de fer el subsistema òptic i com ha d'interactuar amb la càrrega útil d'astronomia i la plataforma.

ID	R-UV-FUN-H-RA-010
Títol	UV Optics operative location
Descripció	El subsistema òptic de PhotSat haurà de funcionar dins un satèl·lit tipu CubeSat (Standard CubeSat cubesat.org), en una òrbita heliosíncrona Dawn-Dusk en LEO (<i>Low Earth Orbit - Òrbita Terrestre Baixa</i>) amb una excentricitat inferior a 0,0025, a una altitud no inferior a 500 km i amb la inclinació necessària perquè el pla orbital precedeixi ($97,7^\circ$) i observar el cel amb el mecanisme de siderostat a un extrem i el detector GSENSE 2020BSI a l'altre.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-FUN-H-RAT-020
Títol	UV Optics spectral range
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de ser capaç d'observar les estrelles amb una càmera dissenyada per a l'espectre ultraviolat: de 250 nm a 300 nm.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-FUN-H-RAT-025
Títol	UV Optics spectral range Goal
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat hauria de ser capaç d'observar les estrelles amb una càmera dissenyada per a l'espectre ultraviolat: de 200 nm a 365 nm.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-FUN-H-RAT-030
Títol	UV Optics optical filters
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha d'utilitzar 1 sol filtre passabanda de tot el rang espectral de l'ultraviolat a la finestra del detector (<i>tapped cover glass</i>).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-FUN-H-RA-040
Títol	UV Optics thermal control systems
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de ser dissenyat per a un màxim desacoblament tèrmic amb la resta del satèl·lit, però si és necessari, es podrà generar calor mitjançant escalfadors elèctrics (<i>thermal heaters</i>) proporcionats per la ICU de la càrrega útil, mentre que per a la dissipació de calor haurà de fer servir elements passius com punts d'ancoratge estructurals de la plataforma, tubs de calor o corretges tèrmiques i radiadors situats a la cara anti-Sol del satèl·lit.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	El satèl·lit ha de disposar d'un sistema de control tèrmic per funcionar, especialment per als detectors, el sistema òptic i la ICU.

ID	R-UV-FUN-H-IAT-050
Títol	UV Optics straylight
Descripció	El component de contaminació per llum difusa (<i>straylight contamination</i>) ha de contribuir a la llum detectada amb un percentatge inferior a 10^{-5} .
Prioritat	High
Verificació	Inspection, Analysis, Test
Pares	
Justificació	La Terra, la Lluna i els planetes del sistema solar, i potencialment també el Sol, estaran al voltant del satèl·lit, projectant llum cap al sistema òptic.

9.1.5.2. Requisits de rendiment

Els següents requisits i objectius especifiquen el rendiment dels subsistema per tal d'assolir els objectius de la missió.

ID	R-UV-PER-H-RA-010
Títol	UV Optics diffraction encircled energy (>80%)
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de concentrar fotons (amb una energia difractada policromàtica encerclada de >80%) sobre una àrea del detector de 26 μm .
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	26 μm correspon a la mida del píxel multiplicada per 4.

ID	R-UV-PER-H-RA-015
Títol	UV Optics diffraction encircled energy (>80%) Goal
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat hauria de concentrar fotons (amb una energia difractada policromàtica encerclada de >80%) sobre una àrea del detector de 13 μm .
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	13 μm correspon a la mida del píxel multiplicada per 2.

ID	R-UV-PER-H-RAT-020
Títol	UV Optics Effective Image Quality
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha d'estar optimitzat per a un pla focal pla (<i>flat focal plane</i>) i proporcionar una qualitat d'imatge efectiva sobre el detector d'almenys: Des del centre del camp fins al 80% del FoV: < 13 μm Per sobre del 80% del FoV: < 20 μm
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-PER-H-RAT-025
Títol	UV Optics Effective Image Quality Goal
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat hauria d'estar optimitzat per a un pla focal pla (<i>flat focal plane</i>) i proporcionar una qualitat d'imatge efectiva sobre el detector d'almenys: Des del centre del camp fins al 90% del FoV: < 6.5 μm Per sobre del 90% del FoV: < 18 μm
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-PER-H-RAT-030
Títol	UV Optics transmittance
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de permetre una transmissió total (des de l'apertura fins al detector) superior al 50% a qualsevol longitud d'ona operativa.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-PER-H-RAT-035
Títol	UV Optics transmittance Goal
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat hauria de permetre una transmissió total (des de l'apertura fins al detector) superior al 70% a qualsevol longitud d'ona operativa.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-PER-M-RA-040
Títol	UV Optics Chief Ray Incidence Angle (CRA)
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de tenir un CRA (<i>Conical Refraction Angle</i>) a través de tot el camp de visió (FoV) de $CRA \leq 10^\circ$ (graus).
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-PER-H-RA-050
Títol	UV Optics Distortion
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de tenir una radial $f\text{-Tan}(\theta) \leq 5\%$ a través de tot el camp de visió (FoV).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	

Pel que fa als requisits i objectius relacionats amb:

- Camp de visió (*Field of View*)
- Apertura relativa (*Relative aperture*)
- Vida operativa (*Operative lifetime*)
- Rendiment vs temperatura

Tant els subsistemes òptics visibles (VIS) com els ultraviolats (UV) han de complir les especificacions amb els mateixos paràmetres, ja sigui ambdós complint els requisits o ambdós assolint els objectius.

Aquests requisits s'especifiquen a la secció 9.1.6. *Requisits comuns dels subsistemes òptics VIS i UV.*

9.1.5.3. Requisits ambientals

Els següents requisits i objectius especifiquen les condicions ambientals que els subsistemes han de ser capaços de suportar a terra, durant el llançament i a l'espai.

ID	R-UV-ENV-H-RI-010
Títol	UV Optics Satellite Standards
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de seguir l'estàndard CubeSat [RD-01] i els estàndards ECSS adaptats per a CubeSats [RD-03] i han de ser capaços de completar la seva missió amb el CubeSat de 12U d'Open Cosmos i formant part de la càrrega útil d'astronomia desenvolupada a l'IEEC.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	Els estàndards CubeSat són adequats per a una missió ràpida com la de PhotSat i redueixen el disseny, el desenvolupament i la fabricació del satèl·lit, així com els seus costos de llançament.

ID	R-UV-ENV-H-RI-020
Títol	UV Optics volume allocation
Descripció	El volum total del subsistema òptic UV (excloent les interfícies mecàniques) ha de ser inferior a 9 cm x 9 cm x 135 cm i ha d'encaixar dins d'un espai de 1,35U (CubeSat 1U = 10 cm x 10 cm x 10 cm).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	Això va des de la primera superfície, que inclou el diafragma (o obertura del siderostat), fins al pla focal, que és el detector. El detector en sí (la caixa i la seva electrònica) no està inclòs.

ID	R-UV-ENV-H-RT-030
Títol	UV Optics mass allocation
Descripció	La massa total en sec del subsistema òptic UV ha de ser inferior a 1,8 kg.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	
Justificació	La massa màxima d'una unitat d'un CubeSat (1U) és de 1,333 kg, per tant, 1,35U equivaldria a 1,799 kg (sense tenir en compte els marges).

ID	R-UV-ENV-H-RA-040
Títol	UV Optics launch environment
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat, les seves estructures i subsistemes han de ser capaces de suportar l'entorn vibracional, acústic i de xoc durant el llançament.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Analysis
Pares	
Justificació	Encara no s'ha triat el vehicle de llançament, però probablement serà un Falcon 9 de SpaceX. No està definit com a "Test" en la verificació, ja que l'IEEC provarà la seva resiliència al llançament mitjançant un <i>shaker</i> .

ID	R-UV-ENV-M-A-050
Títol	UV Optics radiation environment
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de sobreviure i funcionar en l'entorn de radiació present en una òrbita polar LEO, durant tota la durada de la missió (fins a 10 krad).
Prioritat	Medium
Verificació	Analysis
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-ENV-M-A-060
Títol	UV Optics Atomic O environment
Descripció	Els elements del subsistema òptic UV exposats a l'exterior del satèl·lit (la primera lent) han d'incorporar en el seu disseny tècniques de mitigació per reduir l'impacte de l'erosió per oxigen atòmic en òrbita LEO i garantir el seu funcionament òptim durant la missió, o bé proporcionar prou evidència que no es produirà degradació òptica.
Prioritat	Medium
Verificació	Analysis
Pares	
Justificació	L'oxigen atòmic "plourà" des de totes les direccions (ja que el satèl·lit rota per escanejar tots els cercles màxims) i afectarà a les superfícies externes del satèl·lit, excepte les cares orientades al Sol i anti-Sol, que són gairebé ortogonals a la trajectòria. Sembla que el vidre no es veu tan afectat (segons referències), així que el mirall principal hauria d'estar en bon estat, però els recobriments d'algunes parts podrien no estar tan protegits.

ID	R-UV-ENV-H-A-070
Títol	UV Optics Outgassing environment
Descripció	Els elements del subsistema òptic UV han de tenir una TML < 1%, amb un CVCM de < 0.1% i un WVR < 1% o millor.
Prioritat	High
Verificació	Analysis
Pares	
Justificació	Especialment sensible a prop del detector.

ID	R-UV-ENV-H-A-080
Títol	UV Optics Vacuum environment
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de poder operar nominalment sota una pressió de 10^{-8} mbar durant tota la missió i proporcionar forats de purga per evacuar l'aire atrapat dins de geometries i muntatges complicats. El subsistema òptic VIS també ha de ser capaç de suportar (sense operar) la pressió del nivell del mar durant el desenvolupament, la fabricació, entre proves i en emmagatzematge.
Prioritat	High
Verificació	Analysis
Pares	
Justificació	Les proves al buit es realitzaran a l'IEEC.

ID	R-UV-ENV-H-R-090
Títol	UV Optics Charging environment
Descripció	Tots els elements metàl·lics del subsistema òptic UV han d'estar connectats elèctricament a l'estructura del satèl·lit i compartir una connexió de "xassis" amb el EPS.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design
Pares	
Justificació	Les proves de posada a terra (<i>grounding tests</i>) es realitzaran a l'IEEC.

Pel que fa a l'entorn tèrmic, tant els subsistemes òptics visibles (VIS) com els ultraviolats (UV) han de poder operar nominalment sota les mateixes condicions tèrmiques presents a l'interior d'un CubeSat, ja sigui ambdós complint els requisits o ambdós assolint els objectius.

Aquest requisit s'especifica a la secció 9.1.6. *Requisits comuns dels subsistemes òptics VIS i UV.*

9.1.5.4. *Requisits de les interfícies*

Els següents requisits i objectius especifiquen com un subsistema ha d'interactuar amb altres sistemes, tant elèctricament, físicament i funcionalment.

ID	R-UV-IF-H-RA-010
Títol	UV Optics Thermal Interfaces
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha d'utilitzar les interfícies tèrmiques adaptades dels sistemes de càrrega útil d'astronomia i de la plataforma (mitjançant l'estructura mecànica o escalfadors adhesius de la ICU) per mantenir els seus rangs de temperatura nominal i de supervivència.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-IF-H-RI-020
Títol	UV Optics Platform Mechanical Interfaces
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de proporcionar una interfície mecànica per ancorar-se a l'estructura interna del CubeSat de 12U d'Open Cosmos, que està composta per rails laterals amb forats equidistants on s'hi poden ancorar els sistemes mitjançant cargols M2.5 (similar a l'estructura d'un rack de servidor).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-IF-H-RI-030
Títol	UV Optics Siderostat Mechanical Interface
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de proporcionar una interfície mecànica interna per connectar-se al siderostat, mantenint el rendiment després del llançament i minimitzant l'impacte de la llum dispersa durant tota la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-IF-H-RI-040
Títol	UV Optics Detector Mechanical Interface
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de proporcionar una interfície mecànica interna per connectar-se al detector, mantenint el rendiment (qualitat òptica) després del llançament i en el buit.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

9.1.5.5. Requisits d'assegurament de la qualitat (QA) i fiabilitat

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions d'Assegurament de la Qualitat i Fiabilitat que s'han de tenir en compte tant en el disseny com en el funcionament dels subsistemes òptics

ID	R-UV-QA-H-R-010
Títol	UV Optics ECSS Standards
Descripció	El desenvolupament del subsistema òptic UV del PhotSat ha de complir els estàndards ECSS que siguin aplicables als CubeSats, si no hi ha restriccions de pressupost o temps (en aquest cas, s'ha d'emetre un informe de justificació).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	Per defecte, s'aplicaran els estàndards ECSS, però hi pot haver alguns casos en què es poden utilitzar altres estàndards (automobilístics, mèdics, etc.).

ID	R-UV-QA-H-R-020
Títol	UV Optics Margin Philosophy
Descripció	El desenvolupament del subsistema òptic UV ha de tenir en compte un marge del 20% per als <i>budgets</i> d'enginyeria (volum, massa, potència, orientació, temps, etc.) durant les primeres fases i fins al CDR. A partir del CDR, els marges seran del 10%.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-QA-H-RI-030
Títol	UV Optics Manufacturing, Assembly and Verification Plan
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic UV ha de proporcionar i documentar la planificació de les etapes de fabricació, muntatge i integració en el pla de fabricació o en un diagrama de flux per al subsistema òptic UV, incloent la seqüència d'operacions, inspeccions, proves i verificacions, amb referència als procediments mitjançant els quals es realitzen les diverses activitats, així com els nivells de neteja requerits i les exigències de temperatura i humitat de les instal·lacions.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-QA-H-RI-040
Títol	UV Optics Assembly and Verification Procedures
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic UV ha de proporcionar un Procediment d'Assemblatge i un Procediment de Prova Funcional perquè un tercer pugui realitzar la integració del siderostat, el sistema òptic i el detector dins de l'estructura del CubeSat de 12U d'Open Cosmos i validar les seves operacions nominals.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-QA-H-R-050
Títol	UV Optics Plans and Developments Reviewing Methods
Descripció	Els plans de fabricació, verificació i posada en servei han de ser revisats pels enginyers de la càrrega útil d'astronomia de l'IEEC durant la fase de desenvolupament per simplificar i accelerar les proves i verificacions de la càrrega útil.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-QA-H-R-060
Títol	UV Optics Non-Conformance Procedure
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic UV ha de implementar un procediment de control de no conformitats.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	

9.1.5.6. *Requisits de logística*

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions logístiques que cal tenir en compte en fabricar, muntar, provar i operar el subsistema òptic.

ID	R-UV-LG-H-RI-010
Títol	UV Optics Development Shipping
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic UV del PhotSat serà responsable, tant en cost com en risc, del transport del subsistema òptic UV complet i dels seus diferents elements durant la fase de desenvolupament.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-LG-H-RI-020
Títol	UV Optics Package
Descripció	El subsistema òptic UV del PhotSat ha de ser empaquetat adequadament pel proveïdor després de la campanya de proves funcionals al final de la fase de desenvolupament, utilitzant un contenidor que asseguri un transport segur i un entorn d'emmagatzematge net pel subsistema òptic.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

9.1.5.7. Requisits de desenvolupament i verificació

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions que cal tenir en compte al desenvolupar i verificar el subsistema òptic.

ID	R-UV-DEV-H-RI-010
Títol	UV Optics Functional Test Activities
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic UV serà responsable de dur a terme la verificació funcional en condicions nominals del subsistema complet amb el suport de l'equip d'enginyeria de l'IEEC.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	Mentre que el proveïdor provarà la funcionalitat, l'IEEC provarà el rendiment sota diferents factors ambientals.

ID	R-UV-DEV-H-RI-020
Títol	UV Optics Mechanical EM
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic UV del PhotSat ha de proporcionar un Model d'Enginyeria físic (EM) i el seu CAD de l'estructura mecànica del subsistema, representatiu del comportament termo-mecànic del model de vol (FM), com a molt tard a T0+4 mesos (on T0 és la data de la signatura del contracte), per facilitar la integració mecànica entre els subsistema òptic, el siderostat, el detector i l'estructura del CubeSat de 12U d'Open Cosmos.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	

ID	R-UV-DEV-H-R-030
Títol	UV Optics Validation and Commissioning
Descripció	El proveïdor del subsistema òptic UV ha de proporcionar suport als enginyers de l'IEEC durant les campanyes AIV/AIT i fins a la posada en servei de la càrrega útil d'astronomia en òrbita terrestre baixa (LEO), en cas que hi hagi problemes, incidències amb el subsistema òptic o resultats de no conformitat.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	

9.1.6. Requisits comuns dels subsistemes òptics VIS i UV

Listes dels requisits i objectius (*goals*) que s'apliquen tant al subsistema òptic visible (VIS) com al subsistema òptic ultraviolat (UV).

9.1.6.1. Requisits de rendiment

Els següents requisits i objectius especifiquen el rendiment dels subsistemes per tal d'assolir els objectius de la missió.

ID	R-VISUV-PER-H-RI-010
Títol	VIS Optics and UV Optics relative aperture
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV del PhotSat han de tenir una obertura relativa (<i>relative aperture</i>) de $F \leq 1.8$.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	Relacionat amb l'obertura física que correspon a l'obertura del siderostat.

ID	R-VISUV-PER-H-RI-015
Títol	VIS Optics and UV Optics relative aperture Goal
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV del PhotSat haurien de tenir una obertura relativa (<i>relative aperture</i>) de $F \leq 1.7$.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	
Justificació	Relacionat amb l'obertura física que correspon a l'obertura del siderostat.

Per a l'obertura relativa, tant el subsistema òptic visible (VIS) com l'ultraviolat (UV) han de tenir la mateixa obertura relativa, ja sigui que tots dos compleixin els requisits o tots dos assoleixin l'objectiu.

ID	R-VISUV-PER-H-RAT-020
Títol	VIS Optics and UV Optics Field of View
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV del PhotSat han de ser capaços d'observar el cel amb un camp de visió (FoV) de 6°.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	6° és l'"àrea" mínima per escanejar tot el cel en 3 dies. 6° = 11.459 arcsec.

ID	R-VISUV-PER-H-RAT-025
Títol	VIS Optics and UV Optics Field of View Goal
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV del PhotSat haurien de ser capaços d'observar el cel amb un camp de visió (FoV) de 8°.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	8° és l'"àrea" mínima per escanejar tot el cel en 2 dies.

Pel que fa al camp de visió (FoV), tant el subsistema òptic visible (VIS) com l'ultraviolat (UV) han de tenir el mateix camp de visió, ja sigui que tots dos compleixin els requisits o tots dos assoleixin l'objectiu.

ID	R-VISUV-PER-H-R-030
Títol	VIS Optics and UV Optics operative lifetime
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV han de romandre completament operatius i complir els requisits descrits en aquest document durant tota la missió, des de la posada en servei fins al final de la seva vida útil (EOL), que és de 2 anys.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	La càrrega útil d'astronomia del PhotSat ha de proporcionar dades científiques durant les operacions nominals del satèl·lit durant un mínim de 2 anys.

ID	R-VISUV-PER-H-R-035
Títol	VIS Optics and UV Optics operative lifetime Goal
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV haurien de romandre completament operatius i complir tots els requisits descrits en aquest document i els objectius acceptats en aquest contracte durant tota la missió, des de la posada en servei fins al màxim possible de la seva vida útil (3 anys o més).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	
Justificació	La càrrega útil d'astronomia del PhotSat hauria de proporcionar dades científiques tant de temps com sigui possible, durant 3 anys o més.

ID	R-VISUV-PER-H-RAT-040
Títol	VIS Optics and UV Optics Performance vs Temperature
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV del PhotSat han de mantenir el rendiment nominal quan operen dins del rang tèrmic operatiu [5°C - 35°C] i no han de perdre rendiment en cas de tenir una baixada o pujada de temperatura dins del rang tèrmic de supervivència [-40°C a +85°C].
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

ID	R-VISUV-PER-H-RAT-045
Títol	VIS Optics Performance vs Temperature Goal
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV del PhotSat haurien de mantenir el rendiment nominal quan operen dins del rang tèrmic operatiu [0°C - 40°C] i no han de perdre rendiment en cas de tenir una baixada o pujada de temperatura dins del rang tèrmic de supervivència [-50°C a +100°C].
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	

9.1.6.2. Requisits ambientals

Els següents requisits i objectius especifiquen les condicions ambientals que els subsistemes han de ser capaços de suportar a terra, durant el llançament i a l'espai.

ID	R-VISUV-ENV-H-RAT-010
Títol	VIS Optics and UV Optics thermal environment
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV del PhotSat han de ser capaços d'operar nominalment en les condicions tècniques presents dins d'un CubeSat en una òrbita polar sincrònica amb el Sol (SSO <i>dawn-dusk</i>) ([+5°C a +35°C] al seu punt de referència tèrmic <i>TRP</i>) així com de sobreviure fins a [-40°C a +85°C], utilitzant l'estructura de la plataforma i escalfadors per mantenir aquests nivells.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	Atès que les lents estaran dins del CubeSat, han de complir amb l'entorn tèrmic intern. TRP = Punt de Referència Tèrmic.

ID	R-VISUV-ENV-H-RAT-015
Títol	VIS Optics and UV Optics thermal environment Goal
Descripció	Els subsistemes òptics VIS i UV del PhotSat haurien de ser capaços d'operar nominalment en les condicions tècniques presents dins d'un CubeSat en una òrbita polar sincrònica amb el Sol (SSO <i>dawn-dusk</i>) ([0°C a +40°C] al seu punt de referència tèrmic <i>TRP</i>) així com de sobreviure fins a [-50°C a +100°C], utilitzant l'estructura de la plataforma i escalfadors per mantenir aquests nivells.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Analysis, Test
Pares	
Justificació	Atès que les lents estaran dins del CubeSat, han de complir amb l'entorn tèrmic intern. TRP = Punt de Referència Tèrmic.

Castelldefels, Octubre 2024

Ignasi Esteva Gras
PhotSat Project Manager