

Pliego de prescripciones técnicas para la adquisición y puesta en marcha de equipos para la infraestructura experimental 6G-StarLab, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia - NextGenerationEU a través del proyecto 6G-StarLab: satélite 6G para laboratorio de investigación avanzada en el espacio (TSI-064100-2023-18)

Número de expediente: 2024071000

El contenido de estas prescripciones técnicas deriva del proyecto 6G-StarLab: satélite 6G para laboratorio de investigación avanzada en el espacio (TSI-064100-2023-18), aprobado en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia -NextGenerationEU.

Con la mera presentación de su oferta, la empresa licitadora acepta las prescripciones técnicas establecidas en este pliego.

Cualquier propuesta que no se ajuste a los requerimientos mínimos establecidos en este pliego quedará automáticamente excluida de la licitación.

1. Contexto

El órgano de la presente contratación (Fundació i2CAT) es un centro de desarrollo e investigación sin ánimo de lucro, que impulsa actividades de I+D+i en el ámbito de arquitecturas, aplicaciones y servicios de Internet avanzados. La estructura organizativa de la Fundació i2CAT está basada en diferentes órganos de gobierno, así como en diferentes áreas y departamentos, para poder gestionar cada área de la forma más eficaz.

La Fundació i2CAT apuesta por un modelo de innovación basado en la colaboración entre las empresas, las administraciones públicas, el mundo académico y los usuarios, con el objetivo de desarrollar tecnologías avanzadas de Internet en beneficio en los ámbitos de 5G/6G e Internet of Things (IoT), entre otros, en diversos ámbitos verticales incluyendo la Industria 4.0.

6G-StarLab es una infraestructura que habilitará la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de las redes no-terrestres, conocido en inglés como *Non-Terrestrial Networks* (NTN). Este tipo de red presenta una arquitectura en tres dimensiones, donde elementos aéreos y satelitales conforman una única red que da soporte a las redes celulares (5G y 5G+) terrestres actuales. Este concepto ha sido definido y detallado por la entidad estandarizadora 3GPP, en los documentos técnicos Release 15, 17 y en los actuales trabajos de los Release 18 y 19. Así pues, el trabajo realizado hasta la fecha se centra en estudios y primeros desarrollos.

Para poder catalizar esta investigación, es necesario disponer de un equipamiento e infraestructura que permitan experimentar con los nuevos desarrollos. En el caso de NTN,

esto requiere de una infraestructura que permita validar estos desarrollos en el espacio. Esta es la ambición principal de la infraestructura 6G-StarLab. Para ello, 6G-StarLab ha sido concebido con los elementos necesarios en tierra y en el espacio para que los investigadores de i2CAT, y de su ecosistema, puedan validar la investigación y desarrollo en el ámbito de NTN basados en satélites. Es pues, un laboratorio en el espacio con capacidad de reconfigurarse y adaptarse a los diferentes experimentos que se quieran desarrollar. El proyecto 6G-StarLab incluye también el despliegue de los equipos y de los elementos terrestres necesarios para la puesta en marcha del centro de control del satélite dentro del ámbito del segmento de las operaciones y de la infraestructura terrestre necesaria para la realización de simulaciones en tierra y para llevar a cabo experimentos de comunicaciones.

La Figura 1 presenta la visión a alto nivel de la infraestructura 6G-StarLab. En esta infraestructura se puede diferenciar cinco grandes módulos: (1) el satélite como segmento espacio, (2) el segmento tierra para las operaciones, (3) el segmento tierra para la experimentación, (4) una representación en el laboratorio, y (5) un acceso a la infraestructura.

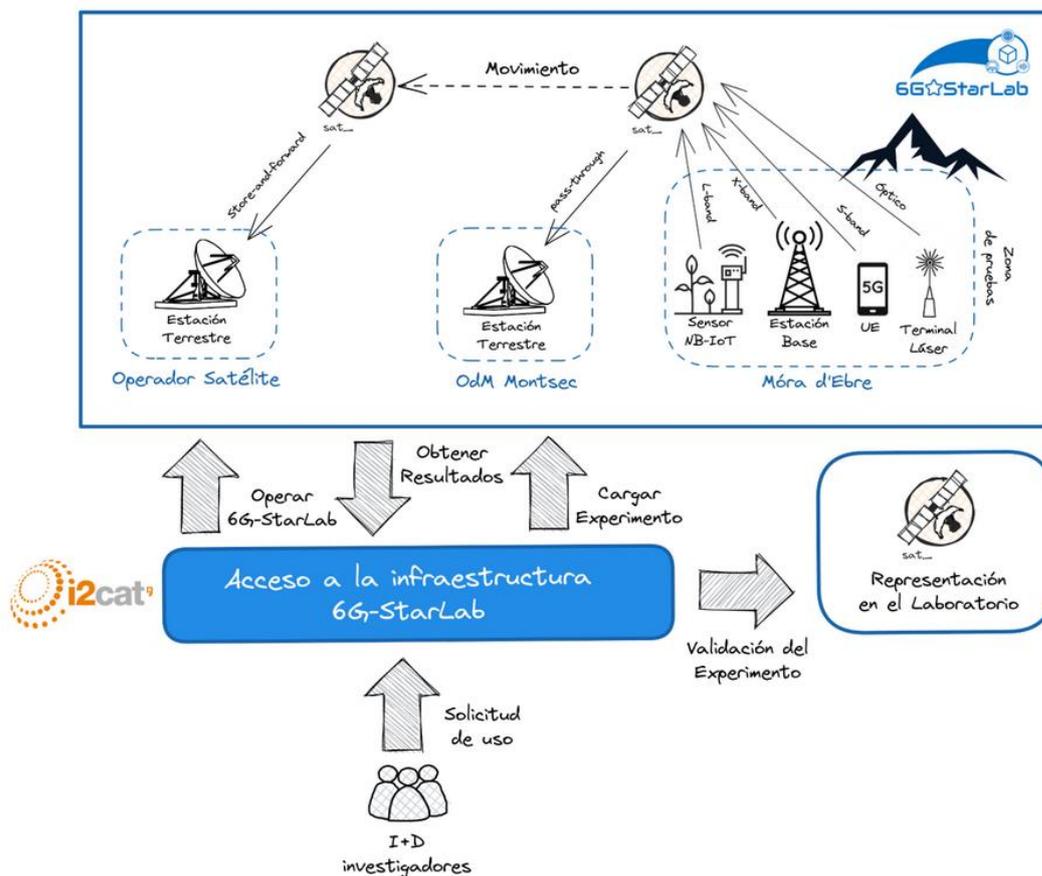


Figura 1. Infraestructura 6GStarLab

El objeto de este contrato es el diseño, fabricación, integración, lanzamiento y puesta en marcha del satélite 6G-StarLab, de acuerdo con los requisitos definidos por la Fundació i2CAT. El satélite incorporará las cargas útiles proporcionadas por la Fundació i2CAT, así como de un terminal láser de comunicación óptica espacio-tierra con su correspondiente estación terrestre, cuya fabricación e integración en el satélite también son objeto de este contrato. Se realizarán todas las pruebas necesarias para validar y garantizar el correcto funcionamiento del satélite durante la fase de lanzamiento y durante las operaciones en el ambiente espacial. El satélite se entregará acompañado de toda la documentación técnica y software necesarios para que, una vez finalizada la puesta en marcha, la Fundació i2CAT pueda llevar a cabo el control y las operaciones del satélite. Se proporcionará además un modelo de ingeniería representativo del satélite a la Fundació i2CAT para la validación de los experimentos de los usuarios antes de ser cargados en el satélite en órbita.

En el presente documento se establecen los requisitos, se concretan los trabajos y se definen las obligaciones que se derivan de la contratación para alcanzar los objetivos mencionados anteriormente.

Las determinaciones establecidas en el presente Pliego de prescripciones Técnicas, así como las contenidas en el Pliego de Cláusulas Particulares, constituyen normas vinculantes para el contratista, quien realizará las prestaciones que constituyen el objeto del contrato con expresa sumisión a los mismos y a las instrucciones de contratación, así como a las directrices que dicte el órgano de contratación.

2. Hitos y objetivos

Entre los objetivos generales del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia figuran el impulso a la transformación digital y el crecimiento inteligente, sostenible e inclusivo, incluyendo actuaciones dirigidas a impulsar la I+D+i, que es un factor crítico para incrementar la productividad y competitividad del país. Dentro de su Política Palanca V: «Modernización y digitalización del tejido industrial y de la PYME, recuperación del turismo e impulso a una España Nación Emprendedora», se encuentra el componente 15, entre cuyos objetivos figura el de liderar el despliegue tecnológico de 5G/6G en Europa, tanto en relación con las infraestructuras como en lo que respecta a la innovación tecnológica.

Esta actuación se enmarca dentro de la Inversión 6 (I6) “Despliegue del 5G: redes, cambio tecnológico e innovación” del componente 15 “Conectividad digital, impulso a la ciberseguridad y despliegue del 5G”. En concreto, las actuaciones a realizar contribuirán a la consecución de los objetivos CID #243 y #244, cuyos hitos y objetivos se configuran como una medida de apoyo I+D+i empresarial, que se centra en las fases de aplicación de nuevo conocimiento y mejora de tecnologías que incrementen la resiliencia y capacidad competitiva a medio y largo plazo del sector, acelerando el desarrollo de ecosistemas de innovación en 5G y 6G y en ciberseguridad 5G.

La actuación permitirá impulsar el desarrollo de un ecosistema de I+D+i en 5G avanzado y 6G, alcanzando de este modo la finalidad de incrementar el liderazgo de los grupos de investigación españoles en 5G, convirtiéndolos a su vez en un referente en el desarrollo tecnológico de 6G. Los objetivos generales de esta actuación son:

- Promover y desarrollar actividad empresarial que impulse la transformación digital a través de la investigación, el desarrollo y la innovación en el ámbito de las tecnologías de 5G avanzado y 6G.
- Generar actividad económica a través de la transferencia de conocimientos y explotación de tecnologías a título oneroso de soluciones desarrolladas en el ámbito del 5G avanzado y 6G.
- Construir un ecosistema en torno al 6G a partir de las infraestructuras y conocimientos generados mediante actividades de investigación aplicada, para solventar este fallo de mercado y para que, de esta forma, y a través de una efectiva transferencia de tecnología pueda crearse un tejido de empresas relacionado con esta tecnología, particularmente PYMEs.

Se persigue fomentar la creación de empleo de calidad y potenciar la autonomía estratégica de la Unión, junto con una economía abierta, que genere valor añadido europeo.

La infraestructura 6G-StarLab tiene como objetivo proporcionar una plataforma única y abierta para la investigación y el desarrollo de tecnologías 6G en NTN (redes no terrestres). Con el despliegue de un laboratorio en órbita para la investigación y el desarrollo de NTN, los investigadores tendrán la capacidad de validar experimentalmente nuevos desarrollos en un entorno real y en órbita. La infraestructura también contribuirá en la estandarización de las NTN y dará soporte a proyectos actuales y futuros de investigación y desarrollo en áreas como la Inteligencia Artificial y la robótica. Los objetivos incluyen la aplicación de técnicas de virtualización en infraestructura satelital, la validación de frecuencias de comunicación 6G mediante dispositivos multi-frecuencia y la disseminación y publicación de resultados para el ecosistema de investigación. La infraestructura de 6G-StarLab estará disponible para todos los interesados en explorar y experimentar con la tecnología emergente 6G, lo que acelerará el desarrollo de soluciones innovadoras en una variedad de aplicaciones y sectores.

En particular se contemplan los siguientes hitos, los cuales deben ser cumplidos para la consecución de los objetivos de este contrato:

- **Hito 1:** Reunión de inicio del proyecto y revisión de los requerimientos (*Kick-off and MRR: Mission Requirements Review*)
 - **Descripción:** El objetivo de la reunión es revisar los requisitos de la misión.
 - **Entregable:** Documento con las especificaciones de alto nivel incluyendo la plataforma, terminal láser, interfaces con la carga útil, lanzador, segmento de tierra y operaciones de puesta en marcha. Incluye requisitos funcionales y de prestaciones de todos los subsistemas, tanto del segmento tierra, como del segmento espacio.

- Formato documento: PDF y Open XML standard.
- Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
- Resultado: Aceptación de la documentación entregada e inicio del diseño preliminar.
- Fecha límite de entrega: 0,5 meses desde la firma del contrato.
- **Hito 2:** Revisión del Diseño Preliminar (*PDR: Preliminary Design Review*)
 - Descripción: El objetivo de esta reunión es revisar y acordar el diseño preliminar del satélite. El objetivo es garantizar la integridad y corrección del diseño preliminar, su análisis y justificación de diseño. También se verifica que el diseño cumple con el conjunto de requisitos acordados.
 - Entregable: Documento con el diseño preliminar del satélite y de las operaciones de puesta en marcha y de las soluciones técnicas para los requisitos del servicio. Entrega del Risk Assessment Report.
 - Formato documento: PDF y Open XML standard.
 - Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
 - Resultado: Aceptación de la documentación entregada e inicio de la fase del diseño crítico.
 - Fecha límite de entrega: 1,5 meses desde la firma del contrato.
- **Hito 3:** Revisión del Diseño Crítico (*CDR: Critical Design Review*)
 - Descripción: El objetivo de esta reunión es revisar el diseño definitivo del satélite. El objetivo es garantizar la integridad y corrección del diseño definitivo, su análisis y justificación del diseño, verificar que el diseño cumple con el conjunto de requisitos acordados y con el nivel de madurez necesario para garantizar el correcto funcionamiento del satélite. Incluye el diseño de los interfaces para la integración de la carga útil.
 - Entregable: Documento con el diseño definitivo del satélite, de las operaciones de puesta en marcha y de las soluciones técnicas para los requisitos del servicio.
 - Formato documento: PDF y Open XML standard.
 - Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
 - Resultado: Aceptación de la documentación entregada e inicio de la fase de construcción y ensamblaje del satélite e integración de las cargas útiles.
 - Fecha límite de entrega: 2,5 meses desde la firma del contrato.
- **Hito 4:** Revisión de la Disponibilidad para el inicio de los Ensayos (*TRR: Test Readiness Review*)
 - Descripción: Se verifica que los objetivos de las pruebas a realizar en el CubeSat están claramente definidos y que están alineados con los requisitos del proyecto. Se verifica que todo el hardware y el software del CubeSat están en su configuración correcta para el inicio de las pruebas de verificación y aceptación. Se confirma también que todos los recursos necesarios, como personal, equipamiento e instalaciones, están disponibles y son adecuados

- para llevar a cabo las pruebas planeadas.
- Entregable: Procedimientos de pruebas. Satélite ensamblado e integrado con las cargas útiles.
 - Formato documento: PDF y Open XML standard.
 - Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
 - Resultado: Aceptación de la revisión e inicio de la fase de ensayos de verificación y aceptación del satélite.
 - Fecha límite de entrega: 5 meses desde la firma del contrato.
- **Hito 5:** Entrega de la documentación para el control del satélite
 - Descripción: Documentación y software necesario para que la Fundació i2CAT pueda operar y mantener el satélite de manera autónoma durante toda su vida útil, una vez finalizado el correspondiente periodo de puesta en marcha.
 - Entregable: Documentación técnica necesaria completa y software de control para la futura operación del satélite por parte de la Fundació i2CAT.
 - Formato documento: PDF y Open XML standard.
 - Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
 - Resultado: Aceptación de la documentación entregada.
 - Fecha límite de entrega: 5 meses desde la firma del contrato.
 - **Hito 6:** Entrega del modelo de ingeniería (EM)
 - Descripción: El objetivo es proveer a la Fundació i2CAT de un *Engineering Model* (EM) del satélite (plataforma y cargas útiles). Esta infraestructura deberá ser representativa de todas las funcionalidades del satélite en órbita, incluidas la de las cargas útiles. También deberá permitir validar en tierra los desarrollos de la Fundació i2CAT antes de la subida del software a las cargas útiles del satélite.
 - Entregable: Modelo de ingeniería (EM) de la plataforma y del terminal óptico. El EM integrará las cargas útiles proporcionadas por la Fundació i2CAT, así como los manuales de uso.
 - Formato documento: PDF y Open XML standard.
 - Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
 - Resultado: Aceptación de entrega del modelo de ingeniería (EM) y de toda la documentación relacionada.
 - Fecha límite de entrega: 7 meses desde la firma del contrato.
 - **Hito 7:** Revisión de la Disponibilidad para el Vuelo (FRR: *Flight Readiness Review*)
 - Descripción: El objetivo de esta reunión es establecer si el satélite se puede lanzar y analizar los riesgos asociados a dicho lanzamiento en caso de que haya habido modificaciones respecto al diseño inicial, o no se haya superado de forma satisfactoria alguno de los tests de aceptación. También incluirá una descripción completa de todos los sistemas del segmento tierra a utilizar durante las operaciones de puesta en marcha.
 - Entregable: Documentación completa del satélite, en base a la construcción

definitiva. Incluye la documentación de los resultados de la campaña de ensayos y verificación. Esta última deberá indicar si los tests y verificaciones han sido superados. En caso de no haber sido superados se entregará un análisis de riesgos asociados, en base a la cual se dará una recomendación sobre la viabilidad del lanzamiento. También deberá entregarse la documentación completa del segmento de tierra, incluyendo su descripción y datos técnicos.

- Formato documento: PDF y Open XML standard.
- Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
- Resultado: Aceptación de la documentación entregada e inicio de la fase de lanzamiento y comisionado del satélite.
- Fecha límite de entrega: 7 meses desde la firma del contrato.

- **Hito 8:** *Entrega de la estación terrestre de comunicación óptica*
 - Descripción: Entrega de la estación terrestre de comunicación óptica.
 - Entregable: Estación terrestre de comunicación óptica según los requerimientos técnicos y compatible con el terminal láser embarcado en el satélite. Incluye los manuales de operación y software de control. Incluye también la cúpula (dome) de protección para la instalación fija y toda la documentación técnica necesaria para la ejecución de la obra civil, servicios y cerramientos de esta.
 - Formato documento: PDF y Open XML standard.
 - Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
 - Resultado: Estación terrestre de comunicación óptica lista para realizar las actividades de puesta en marcha de la carga útil óptica embarcada en el satélite.
 - Fecha límite de entrega: 9 meses desde la firma del contrato.

- **Hito 9:** *Lanzamiento del satélite e inicio de la puesta en marcha - LEOP & Commissioning*
 - Descripción: Lanzamiento del satélite e inicio de la puesta en marcha (commissioning) del mismo.
 - Entregable: Documento con el resultado del lanzamiento y documento con las pruebas a realizar para la validación y puesta en marcha de la plataforma del satélite y de las cargas útiles.
 - Formato documento: PDF y Open XML standard.
 - Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
 - Resultado: Aceptación de parámetros orbitales y satélite listo para el comienzo de las operaciones de puesta en marcha.
 - Fecha límite de entrega: 9,5 meses desde la firma del contrato.

- **Hito 10:** *Fin de la puesta en marcha - LEOP & Commissioning - y entrega de la infraestructura*
 - Descripción: Finalización de la puesta en marcha (commissioning) del satélite

y reunión final del proyecto.

- Entregable: Documento final del proyecto presentando las conclusiones y estado de entrega del satélite y de todas las actividades asociadas. Incluirá el resultado de las pruebas de puesta en marcha y validación del correcto funcionamiento de la plataforma del satélite y de las cargas útiles. En caso de modificación de algún aspecto del proyecto, se deberá realizar un análisis de las implicaciones y se deberán indicar las acciones correctivas asociadas.
- Formato documento: PDF y Open XML standard.
- Localización: Instalaciones de la Fundació i2CAT.
- Resultado: Entrega de la infraestructura. Satélite listo para el comienzo de las operaciones nominales.
- Fecha límite de entrega: fecha de finalización del contrato (30 de junio de 2025).

3. Objeto del contrato o necesidad a cubrir

El presente Pliego tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas que regirán la realización de la prestación del servicio como parte del proyecto “6G-StarLab: satélite 6G para laboratorio de investigación avanzada en el espacio”, en el marco del <<Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia - NextGenerationEU>>, definiendo así sus cualidades.

Este contrato se centra principalmente en actividades relacionadas con los Paquetes de Trabajo 2 (PT2), 3 (PT3), 4 (PT4), 5 (PT5) y 6 (PT6) del proyecto “6G-StarLab: satélite 6G para laboratorio de investigación avanzada en el espacio”.

Paquete de trabajo PT2

El PT2 tiene los siguientes objetivos:

- Llevar a cabo una descripción detallada de los casos de uso de 6G-StarLab.
- Establecer una especificación completa de los requerimientos de la infraestructura satelital 6G-StarLab, en base al análisis de los casos de uso.
- Proporcionar un diseño detallado de 6G-StarLab a los paquetes de trabajo PT3 y PT5 al inicio de cada fase del proyecto, para su posterior implementación.

El PT2 contempla 2 actividades de las cuáles forma parte del objeto de este contrato la actividad A2.2.

Actividad A2.2: Definición del diseño de la infraestructura

Esta actividad llevará a cabo el diseño detallado de la infraestructura satelital de 6G-StarLab, para luego poder proceder a su implementación en los paquetes de trabajo PT3 y PT5. A partir de la definición de los requisitos y la descripción de casos de uso proporcionados por la Fundació i2CAT, se abordará el diseño detallado de la infraestructura 6G-StarLab, tanto de la

plataforma del satélite como de las interfaces con la carga útil. El diseño debe ser lo suficientemente detallado como para; i) permitir al PT3 obtener ofertas de diversos proveedores para la plataforma; ii) para permitir al PT3 llevar a cabo la integración y verificación funcional del satélite y al PT5 la definición e implementación de los procesos de operación.

Paquete de trabajo PT3

El PT3 tiene los siguientes objetivos:

- Adquisición de los distintos subsistemas necesarios para la fabricación de la plataforma y carga útil del satélite 6G-StarLab.
- Fabricación de la plataforma e integración de las cargas útiles en el satélite.
- Validación del correcto funcionamiento de cada subsistema y verificación de los requerimientos funcionales estipulados en PT2 mediante la realización de las pruebas correspondientes.
- Verificación del correcto funcionamiento del satélite tanto en ambiente espacial como en condiciones de lanzamiento.

El PT3 contempla 4 actividades de las cuáles forman parte del objeto de este contrato las actividades A3.1, A3.2, A3.3 y A3.4.

Actividad A3.1: Fabricación del satélite

En esta actividad se llevará a cabo la fabricación del satélite, a partir del diseño detallado y de los requerimientos definidos por el PT2. La plataforma del satélite será de tipología Cubesat 6U y contará con los siguientes subsistemas:

- Estructura: este subsistema deberá proporcionar soporte mecánico y protección para el resto de los subsistemas y componentes del satélite. La estructura debe ser lo suficientemente resistente para soportar las vibraciones y las fuerzas asociadas al lanzamiento y también las maniobras de control de actitud.
- Sistema de potencia (EPS): el EPS debe proporcionar energía eléctrica a todos los subsistemas del satélite. Este subsistema incluye las baterías, paneles solares, reguladores de voltaje y otros componentes que aseguran la distribución adecuada de energía eléctrica a lo largo de toda la vida útil del satélite.
- Control de actitud: el subsistema de control de actitud es responsable de mantener la orientación adecuada del satélite en el espacio. Incluye sensores, actuadores, algoritmos de control y otros componentes necesarios para controlar la actitud y el apuntamiento del satélite.
- Control térmico: el subsistema de control térmico es responsable de proteger los diferentes componentes del satélite de las temperaturas extremas en el espacio. Incluye los materiales de aislamiento térmico y los componentes necesarios para el control activo de la temperatura en el satélite.

- Sistema de comando y datos (C&DH): el subsistema de C&DH es responsable de recibir y procesar los comandos enviados desde las estaciones terrestres y de almacenar y enviar datos del satélite. Incluye las computadoras a bordo, sistemas de memoria y otros componentes necesarios para el procesamiento de datos y comandos.
- Comunicaciones: el subsistema de comunicaciones es responsable de la transmisión y recepción de datos entre el satélite y la estación terrestre. Incluye antenas, amplificadores de potencia, moduladores y demoduladores de señal, y otros componentes necesarios para la comunicación en el espacio.

En esta actividad se verificarán también todos los subsistemas por separado. Se inspeccionará que funcionan correctamente de manera individual y se comprobará que llevan a cabo correctamente sus funciones específicas acorde a los requerimientos de diseño.

Actividad A3.2: Integración en el FlatSat

En esta actividad se verificará que todos los subsistemas funcionen correctamente conjuntamente antes de la integración final del satélite. Para ello se llevará a cabo la conexión de los diferentes subsistemas en el FlatSat y se verificará que la conexión sea adecuada y que los subsistemas puedan comunicarse correctamente entre sí. Se realizarán pruebas de alimentación eléctrica del FlatSat y se verificará que todos los subsistemas estén recibiendo la energía necesaria. También se verificará que los paneles solares y las baterías estén cargando correctamente y que la alimentación se esté distribuyendo adecuadamente a través de los diferentes componentes. Se realizarán asimismo pruebas de comunicaciones para verificar que los diferentes subsistemas puedan enviar y recibir señales entre ellos. Finalmente se verificará que todos los subsistemas funcionen correctamente a nivel integrado en el FlatSat y acorde a los requerimientos de diseño según el PT2.

Actividad A3.3: Integración de las cargas útiles en el satélite

En esta actividad se llevará a cabo la integración en la plataforma de las cargas útiles proporcionadas por i2CAT. Se realizarán también en esta actividad las pruebas de integración correspondientes para verificar el correcto funcionamiento conjunto del satélite, incluyendo entre ellas las pruebas de compatibilidad electromagnética.

Actividad A3.4: Verificación ambiente espacio y funcional satélite

En esta actividad se llevarán a cabo las pruebas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del satélite en ambiente espacial. Entre las pruebas que realizarán se incluyen las siguientes:

- Pruebas mecánicas para asegurarse de que el satélite puede soportar las vibraciones y las fuerzas asociadas al lanzamiento y las maniobras de control de actitud en el espacio.
- Pruebas térmicas para verificar que el satélite puede soportar temperaturas extremas en el espacio y para validar que el sistema de control térmico es capaz de mantener todos los subsistemas en el rango certificado de funcionamiento.

- Pruebas ambientales para verificar que el satélite puede soportar las condiciones ambientales en el espacio, como la radiación cósmica y la presión atmosférica extremadamente baja y para verificar la integridad de los circuitos electrónicos en este ambiente.
- Pruebas de comunicaciones para verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos de radiofrecuencia y para verificar la capacidad del satélite para enviar y recibir señales a través de las antenas y asegurarse de que la modulación, la codificación y el formato de los datos son los adecuados.
- Pruebas de la carga útil para verificar que los instrumentos y los equipos de las cargas útiles del satélite funcionen correctamente y según las especificaciones de diseño.

La correcta realización y validación de estas pruebas es fundamental para garantizar la correcta funcionalidad del satélite en el ambiente espacial y para minimizar los riesgos asociados durante el lanzamiento. Se realizarán también simulaciones en tierra para probar el desempeño del CubeSat en diferentes escenarios de carga útil.

Paquete de trabajo PT4

El PT4 tiene los siguientes objetivos:

- Lanzamiento del satélite y operaciones de órbita temprana (LEOP).
- Puesta en servicio del satélite.

El PT4 contempla 2 actividades de las cuáles forman parte del objeto de este contrato las actividades A4.1 y A4.2.

Actividad A4.1: Lanzamiento y operaciones iniciales

En esta actividad se llevará a cabo el lanzamiento del satélite y se realizarán las operaciones de órbita temprana (LEOP por sus siglas en inglés). Durante éstas el satélite desplegará los paneles solares y las antenas de comunicación. También se activará el sistema de control de actitud para estabilizar la orientación del satélite en el espacio. Durante este periodo, el centro de control llevará a cabo las actuaciones para activar los distintos subsistemas del satélite.

Actividad A4.2: Verificación con sistemas terrestres

En esta actividad se llevará a cabo la fase de puesta en marcha del servicio (o comisionamiento). Durante esta fase se realizarán las pruebas necesarias para verificar la correcta funcionalidad de todos los subsistemas del satélite, incluidas las cargas útiles, y se realizarán los ajustes y reconfiguraciones necesarias para optimizar su rendimiento. También se llevarán a cabo las pruebas de comunicación con las estaciones terrestres consideradas en el proyecto para garantizar que se dispone de los radioenlaces necesarios para la operación de la infraestructura.

Paquete de trabajo PT5

El PT5 tiene los siguientes objetivos:

- Diseñar e implementar una arquitectura de gestión y operación de 6G-StarLab, adquiriendo, modificando y configurando las herramientas necesarias
- Definir e implementar el acceso de los usuarios/investigadores a la infraestructura 6G-StarLab.
- Definir, implementar y verificar todos los componentes del segmento terrestre de la infraestructura 6G-StarLab. Definir todos los procedimientos necesarios para su puesta en marcha y posterior operación.

El PT5 contempla 6 actividades de las cuáles forman parte del objeto de este contrato las actividades A5.3, A5.4, A5.5 y A5.6.

Actividad A5.3: Verificación del acceso a la infraestructura

La verificación del acceso a la infraestructura 6G-StarLab se llevará a cabo durante la fase de lanzamiento y puesta en marcha del satélite y tendrá como prerequisite la completa implementación de las herramientas de acceso definidas en A5.1 y A5.2. Asimismo, la verificación del sistema terrestre (estaciones de tierra) se realizará en paralelo con ésta actividad. La verificación del acceso a la infraestructura se llevará a cabo mediante la carga satisfactoria en el satélite de un experimento validado en la web 6G-StarLab.

Actividad A5.4: Definición del sistema terrestre

En esta actividad se definirá la infraestructura terrestre de 6G-StarLab, que estará compuesta por una parte por el sistema para el control del satélite y por otra por los sistemas para la experimentación 6G. El proveedor de la plataforma definirá sus propias estaciones terrestres para el control y monitorización del satélite, las cuales usarán un enlace de comunicación en la banda S para intercambiar telemetría y telecomandos durante la fase de puesta en servicio. En esta actividad i2CAT definirá los equipos y dispositivos para la experimentación 6G que se ubicarán en la “Plataforma experimental para Non-Terrestrial Networks” que i2CAT tiene en Móra d’Ebre (Cataluña, España). Adicionalmente y para permitir los ensayos de conectividad pass-through la infraestructura terrestre 6G-StarLab incorporará también el uso de la estación terrestre ubicada en el Observatorio del Montsec (OdM), operada por el Institut d’Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) y el NanoSat Lab.

Actividad A5.5: Implementación del sistema terrestre

En esta actividad se implementarán y verificarán las infraestructuras definidas en A5.4. El proveedor de la plataforma confirmará la disponibilidad de las estaciones terrestres seleccionadas durante todo el periodo de puesta en marcha. Se implementarán también todos los equipos y dispositivos previstos para 6G-StarLab en la “Plataforma experimental para Non-Terrestrial Networks” que i2CAT tiene ubicada en Móra d’Ebre. Finalmente se implementará el modelo representativo del satélite en el laboratorio de i2CAT para poder validar el software de los experimentos presentados por los usuarios antes de ser cargado en el satélite.

Actividad A5.6: Verificación del sistema terrestre

La verificación del sistema terrestre 6G-StarLab se llevará a cabo en dos fases. En una primera fase se verificará la correcta implementación y conectividad de los equipos y dispositivos implementados según A5.5 en la “Plataforma experimental para Non-Terrestrial Networks” de Móra d’Ebre. En una segunda fase y coincidiendo con la actividad A4.2 se verificará el correcto funcionamiento del radioenlace de la estación terrestre ubicada en el Observatorio del Montsec (OdM) y los de las Estaciones Terrestres de Control seleccionadas por el adjudicatario de la licitación.

Paquete de trabajo PT6

El PT6 tiene los siguientes objetivos:

- Preparar y ejecutar un plan de diseminación y comunicación que facilite la consecución de los objetivos del proyecto, así como la visibilidad de los logros conseguidos.
- Comunicar a los usuarios (actuales y potenciales) de la infraestructura 6G-StarLab sus capacidades tecnológicas y condiciones de acceso, así como recabar información acerca de las experiencias de uso y mejoras deseadas.
- Establecer un diálogo con otras infraestructuras de investigación en el marco del ecosistema de I+D 6G, para intercambiar buenas prácticas, crear colaboraciones e interconectar 6G-StarLab con al menos otra infraestructura.

El PT6 contempla 3 actividades de las cuáles forman parte del objeto de este contrato la actividad A6.1.

Actividad A6.1: Comunicación y diseminación

Esta actividad llevará a cabo acciones de diseminación y comunicación de los objetivos, desarrollo y resultados del proyecto. El plan de diseminación prevé la publicación por parte del adjudicatario de dos artículos sobre el diseño, construcción y puesta en marcha de 6G-StarLab, uno en una conferencia internacional y otro en una revista de prestigio.

4. Actividades y funciones de la empresa contratista

Las funciones que deben asumir las empresas contratistas se dividen en una serie de actividades de los paquetes de trabajo PT2, PT3, PT4, PT5 y PT6. Dichas actividades y funciones son las siguientes:

- a. 6GSTARLAB-P2-A2.2: Definición del diseño de la infraestructura.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
 - i.** Diseño detallado del satélite 6G-StarLab de acuerdo con las instrucciones y requerimientos definidos por la Fundació i2CAT. El diseño deberá incorporar las interfaces y todos los elementos necesarios para la integración de las cargas útiles proporcionadas por la Fundació i2CAT en la plataforma.

- b. 6GSTARLAB-P3-A3.1: Fabricación del satélite.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Fabricación del satélite a partir de los requisitos de diseño definidos en la Fase 1.
- c. 6GSTARLAB-P3-A3.2: Integración de las cargas útiles en el satélite.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Verificación integral de la plataforma del satélite mediante pruebas con todos los subsistemas conectados en el correspondiente FlatSat.
- d. 6GSTARLAB-P3-A3.3: Integración de las cargas útiles en el satélite.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Integración de las cargas útiles en la plataforma.
 - Validación y verificación del correcto funcionamiento conjunto de la plataforma y las cargas útiles.
- e. 6GSTARLAB-P3-A3.4: Verificación ambiente espacio y funcional del satélite.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Realización de las pruebas necesarias para validar y garantizar el correcto funcionamiento del satélite durante la fase de lanzamiento y durante las operaciones en el ambiente espacial.
 - Entrega de un modelo representativo del satélite a la Fundació i2CAT para poder validar el software de los experimentos de los usuarios antes de ser cargados en el satélite.
- f. 6GSTARLAB-P4-A4.1: Lanzamiento y operaciones iniciales.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Lanzamiento del satélite y realización de las operaciones de órbita temprana (LEOP).
- g. 6GSTARLAB-P4-A4.2: Verificación con sistemas terrestres.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Realización de las actividades de puesta en marcha del satélite, llevando a cabo las pruebas necesarias para verificar la correcta funcionalidad de todos los subsistemas y de las cargas útiles.

- h. **6GSTARLAB-P5-A5.3: Verificación del acceso a la infraestructura.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Verificación del acceso a la infraestructura en órbita a través del portal 6G-StarLab de i2CAT.
- i. **6GSTARLAB-L1-A5.4: Definición del sistema terrestre.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Definición de las estaciones terrestres para el control y monitorización del satélite, las cuales usarán un enlace de comunicación en la banda S para intercambiar telemetría y telecomandos durante la fase de puesta en servicio.
- j. **6GSTARLAB-P5-A5.5: Implementación del sistema terrestre.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Confirmación de la disponibilidad de las estaciones terrestres seleccionadas durante todo el periodo de puesta en marcha.
- k. **6GSTARLAB-P5-A5.6: Verificación del sistema terrestre.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Verificación del correcto funcionamiento de los radioenlace de las estaciones Terrestres de Control seleccionadas por el adjudicatario de la licitación.
- l. **6GSTARLAB-P6-A6.1: Comunicación y diseminación.** Dentro de esta actividad, la empresa contratista llevará a cabo las siguientes funciones:
- Publicación por parte del adjudicatario de dos artículos sobre el diseño, construcción y puesta en marcha de 6G-StarLab, uno en una conferencia internacional y otro en una revista de prestigio.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones especificadas en el presente pliego y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

5. Finalidades y objetivos a alcanzar

Las finalidades y objetivos a alcanzar mediante la realización de este contrato son los siguientes:

Objetivo 1: Desplegar un laboratorio en órbita para la investigación y el desarrollo de NTN: La investigación en el campo de las NTN necesitan de infraestructura que les permita validar experimentalmente los nuevos desarrollos. En este sentido, es esencial disponer de una

infraestructura en el espacio que permita realizar estas validaciones en un entorno real y en órbita.

Objetivo 2: Habilitar la experimentación en entorno real de nuevos desarrollos de tecnologías de 6G: La habilitación de la experimentación en entorno real de nuevos desarrollos de tecnologías de 6G-StarLab es un paso crucial en el camino hacia la próxima generación de conectividad inalámbrica. Para que esta tecnología pueda desplegarse completamente, es necesario que los investigadores y desarrolladores puedan experimentar y probar sus avances en un entorno real. Esto les permitirá identificar y solucionar problemas y acelerar la adopción de la tecnología de 6G a nivel global.

Objetivo 3: Dar soporte a proyectos actuales y futuros de investigación y desarrollo de tecnologías de 6G: Esta infraestructura proporcionará una base sólida para la investigación y el desarrollo de proyectos actuales y futuros en este campo. Esto permitirá a los investigadores desarrollar tecnologías de última generación en áreas como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y virtual, la robótica y el Internet de las cosas (IoT). Además, la infraestructura de 6G también facilitará el desarrollo de aplicaciones que serán esenciales en el futuro, como los vehículos autónomos y los servicios de atención médica remotos.

Objetivo 4: Contribuir en la estandarización de NTN: Mediante la capacidad de validar experimentalmente planteamientos teóricos, se realizarán contribuciones a los estándares del 3GPP que definan las NTN.

Objetivo 5: Acceso abierto a una infraestructura única para el ecosistema de investigación: La infraestructura de 6G-StarLab estará disponible para todos los investigadores y desarrolladores interesados en explorar y experimentar con esta tecnología emergente. Esto permitirá la colaboración y el intercambio de conocimientos y acelerará el desarrollo de soluciones innovadoras de 6G. Además, la infraestructura también estará disponible para su uso por parte de la industria y el sector público, lo que facilitará la transferencia de tecnología y la adopción de soluciones de 6G en una variedad de aplicaciones y sectores.

Objetivo 6: Aplicación de técnicas de virtualización en infraestructura satelital: La aplicación de técnicas de virtualización de software en la infraestructura satelital permite una mayor flexibilidad y eficiencia en la gestión de la infraestructura en órbita. La virtualización permite una mayor capacidad de adaptación y personalización de las cargas útiles y servicios que se pueden proporcionar a través de los satélites. La aplicación de técnicas de virtualización de software en la infraestructura satelital tiene el potencial de transformar la forma en que se gestionan y operan los satélites, lo que puede llevar a soluciones más eficientes y flexibles en el futuro.

Objetivo 7: Validación de frecuencias de comunicación para NTN mediante dispositivos multi-frecuencia: La validación de frecuencias de comunicación es fundamental para garantizar un buen rendimiento en las redes de comunicación 6G. Esto es especialmente importante en NTN ya que estas redes operan en entornos de comunicación no tradicionales, como satélites y drones, donde las condiciones de la señal pueden ser más variables. Los dispositivos multi-

frecuencia embarcados pueden ayudar a seleccionar las mejores frecuencias de comunicación en NTN al permitir la transmisión a través de una variedad de frecuencias de comunicación.

Objetivo 8: Diseminar y publicar los resultados: La infraestructura 6G-StarLab proporcionará una plataforma única y abierta para que los investigadores y desarrolladores puedan experimentar con nuevas soluciones 6G. Los resultados de estos experimentos y pruebas se recopilarán para identificar las mejores prácticas y soluciones en el campo de la tecnología 6G. La publicación y difusión de estos resultados permitirá que la comunidad de investigación y desarrollo de 6G tenga acceso a información valiosa y actualizada sobre las últimas tendencias y avances en el campo. Además, también permitirá que la industria y el sector público tengan acceso a información relevante para la toma de decisiones en cuanto a la adopción y la inversión en tecnologías de 6G.

6. Requisitos técnicos generales obligatorios aplicables a la prestación del servicio

La prestación regulada en el presente pliego deberá ajustarse, al menos, a los siguientes requisitos técnicos, sin perjuicio de los parámetros a valorar mediante los criterios de adjudicación establecidos. Asimismo, la empresa contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

Oficina técnica, segmento terreno y licencias

Requisito 1: Oficina técnica y centro de control del satélite

Será obligatorio que el adjudicatario disponga en el momento de la formalización del contrato, de un centro de oficina técnica donde se realizará también la integración del satélite y de un centro de control del satélite, con el personal técnico especializado necesario trabajando habitualmente en este lugar. El adjudicatario garantizará el libre acceso en cualquier momento del personal de la Fundació i2CAT a las infraestructuras de pruebas de laboratorio y montaje requeridas para la licitación. La oficina técnica y el centro de control del satélite pueden estar ubicados en el mismo lugar.

Requisito 2: Segmento terreno para las operaciones del satélite

El adjudicatario deberá disponer de un segmento terreno compuesto por estaciones terrestres que le permitan telecomandar el satélite. El adjudicatario deberá proveer a la Fundació i2CAT un listado con las estaciones terrestres que conforman este segmento terreno.

Requisito 3: Licencia para las operaciones del satélite

El adjudicatario deberá disponer de las licencias de radiofrecuencia necesarias para el uso del "transceiver S-band" del satélite (carga y descarga) con las correspondientes estaciones terrestres. Asimismo, deberá proporcionar toda la información necesaria a la Fundació i2CAT para poder tramitar también dichas licencias, que usará durante la fase de operaciones nominales una vez completada la puesta en marcha.

Plataforma del satélite

Requisito 4: Plataforma del satélite

La plataforma del satélite 6G-StarLab deberá cumplir con el documento “CubeSat Design Specification” Rev. 14.1 (actualización Febrero 2022)¹ y tendrá un factor de forma de 6 unidades (6U). La plataforma del satélite se define como el conjunto de subsistemas (hardware y software) que aseguran la correcta ejecución de las operaciones de la carga útil y el correcto estado operacional del satélite completo cuando se encuentra en órbita para la ejecución de la misión correspondiente.

Requisito 5: Extensiones “Tuna Can”

La plataforma del satélite 6G-StarLab deberá ser compatible con la incorporación de extensiones “Tuna Can”, manteniendo la integridad estructural y la alineación de los componentes. El diseño y fabricación de la plataforma con las extensiones “Tuna Can” deberá cumplir con los requisitos del proveedor del servicio de lanzamiento en cuanto a dimensiones, masa y fijaciones, y con las especificaciones de la Figura 3 del documento “CubeSat Design Specification” Rev. 14.1 (actualización Febrero 2022)².

Requisito 6: Enlace de descarga de datos desde la plataforma (TM/TC y datos)

Para la descarga de datos (satélite-a-estación terrestre) la plataforma del satélite 6G-StarLab deberá ser compatible con estaciones terrestres que trabajen en la banda de frecuencias de 2200 MHz a 2290 MHz y con un ancho de banda de al menos 2 MHz. El dispositivo del satélite que permite establecer este enlace se llamará a partir de ahora “transceiver S-band”.

Requisito 7: Enlace de carga de datos hacia la plataforma (TM/TC y datos)

Para la subida de datos (estación terrestre-a-satélite) el “transceiver S-band” de la plataforma del satélite deberá ser compatible con estaciones terrestres que trabajen en la banda de frecuencias de 2025 MHz a 2110 MHz y con un ancho de banda de al menos 2 MHz.

Requisito 8: Telecomandos (TC) a las cargas útiles

La plataforma deberá ser capaz de enviar telecomandos (TC) a las cargas útiles como TC directos (asíncronos) o como parte de una lista de TC ejecutados en un tiempo determinado (time-tagged TC). Los TC deberán ser reconocidos a la recepción de las cargas útiles (concepto de “acknowledgement”) y este reconocimiento deberá ser descargado a tierra por la plataforma como Telemetría (TM).

1

https://static1.squarespace.com/static/5418c831e4b0fa4ecac1bacd/t/62193b7fc9e72e0053f00910/1645820809779/CDS+REV14_1+2022-02-09.pdf

2

https://static1.squarespace.com/static/5418c831e4b0fa4ecac1bacd/t/62193b7fc9e72e0053f00910/1645820809779/CDS+REV14_1+2022-02-09.pdf

Requisito 9: Comandos desde las cargas útiles

Las cargas útiles deberán ser capaces de enviar comandos al On Board Computer (OBC) de la plataforma como comandos directos (asíncronos) o como parte de una lista de comandos ejecutados en un tiempo determinado (time-tagged commands). Los comandos deberán ser reconocidos a la recepción del OBC (concepto de “acknowledgement”) y este reconocimiento deberá ser descargado a tierra por la plataforma como Telemetría (TM).

Requisito 10: Volumen de transferencia de datos

La transferencia de datos a través del "transceiver S-band" será full-duplex con una velocidad mínima de 4 Mbps. El volumen mínimo de datos descargados por pase desde el satélite será de 80 MB.

Requisito 11: Plataforma del satélite. Control de actitud

La plataforma del satélite deberá tener la siguiente capacidad de apuntamiento, demostrada a través de simulaciones o mediante datos de vuelo:

Parámetro	Requerimiento
Cross track-off pointing	Barrido continuo mínimo de 55° (por ejemplo desde -30° hasta +25°)
Pointing accuracy 3 sigma error	<0.75°
Pointing knowledge 3 sigma error	<3 arcmin
Stability accuracy	<0.005 deg/s
Agility	>1°/s

Requisito 12: Plataforma del satélite. Control de actitud

El sistema de apuntamiento de la plataforma del satélite deberá asegurar el correcto funcionamiento del enlace óptico entre el dispositivo láser embarcado y la estación terrestre óptica. Para ello, deberá funcionar de manera coordinada con el sistema de apuntamiento del terminal láser.

Requisito 13: Plataforma del satélite. Control de actitud

La plataforma del satélite deberá implementar un modo de control de actitud que permita el apuntamiento del satélite en función de la posición de un objetivo que será suministrado por las cargas útiles.

Requisito 14: Datos de la plataforma a las cargas útiles

La plataforma del satélite deberá poder suministrar en tiempo real a las cargas útiles todos los elementos de telemetría de la plataforma que sean necesarios para la operación de las mismas (posicionamiento GPS, cuaternión de actitud, estado de la batería, etc.).

Requisito 15: Parámetros orbitales

Los parámetros orbitales del satélite 6G-StarLab serán los siguientes:

Parámetro	Requerimiento
Tipo de órbita	SSO (órbita heliosíncrona)
Excentricidad	≤ 0.0025
Altitud	≥ 540 Km

Requisito 16: Plataforma del satélite. Paneles solares

El adjudicatario deberá proporcionar los paneles solares necesarios para suministrar la potencia requerida para el funcionamiento del satélite. Los paneles solares podrán ocupar la superficie del satélite, excepto una de las caras de mayor área (nadir), cuya totalidad estará destinada a la instalación de las antenas de las cargas útiles y a las aperturas del instrumento óptico.

Requisito 17: Actualización del software de la plataforma

El adjudicatario deberá poder actualizar el software de la plataforma del satélite 6G-StarLab en caso de que ello sea necesario según las necesidades del proyecto. La actualización no deberá tardar más de dos semanas en realizarse.

Requisito 18: Tiempo a bordo

La plataforma deberá mantener un tiempo a bordo (on-board time OBT) sincronizado con el tiempo del segmento terrestre y deberá distribuirlo periódicamente a las cargas útiles. La precisión deberá ser igual o mejor que 1 ms.

Requisito 19: Vida útil del satélite

El adjudicatario deberá asegurar una vida útil del satélite de al menos tres años desde el fin de la fase de puesta en marcha del satélite y de las cargas útiles.

Requisito 20: Visibilidad del territorio seleccionado

El satélite deberá tener una trayectoria orbital que ofrezca cobertura sobre el territorio de Catalunya y un tiempo de revisita de al menos (en media) una vez al día.

Requisito 21: Nivel de Madurez Tecnológica

La plataforma del satélite deberá emplear tecnología con un Nivel de Madurez Tecnológica (TRL) de 8 o superior (según escala de la ESA) y/o hardware con experiencia de vuelo comprobada.

Requisito 22: Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales y de verificación de la plataforma y las cargas útiles se llevarán a cabo siguiendo, como mínimo, los procesos y los estándares ECSS-E-ST-10-03C y ECSS-E-ST-10-02C de la Agencia Espacial Europea.

Requisito 23: Pruebas de vibración y pruebas de choque

Las pruebas de vibración (vibration testing) y las pruebas de choque (shock testing) para la calificación se realizarán según los niveles y las duraciones definidos por el proveedor del lanzamiento, y siguiendo las especificaciones de los estándares ESA ECSS-E-ST-10-03C y NASA “General Environmental Verification Standard (GEVS) for GSFC Flight Programs and Projects” GSFC-STD-7000B para los términos de ejecución de las pruebas. Los requisitos de prueba del proveedor del lanzamiento prevalecerán sobre los especificados por cualquier otra fuente.

Requisito 24: Pruebas TVAC (Thermal Vacuum Chamber)

El satélite se someterá a pruebas combinadas de vacío y ciclo térmico (pruebas TVAC) para comprobar su capacidad de operar en condiciones extremas de temperatura y vacío. Los rangos de temperatura y presión para la prueba se basarán en los niveles de calificación del “General Environmental Verification Standard (GEVS) for GSFC Flight Programs and Projects” GSFC-STD-7000B de la NASA, y se deberán realizar un mínimo de 8 ciclos completos. Además, se deberá mantener un tiempo mínimo de permanencia de 2 horas en los extremos de temperatura de cada ciclo e implementar una tasa de variación de la temperatura menor de 2 K por minuto en las subidas y bajadas de cada ciclo. Se llevará a cabo una verificación funcional del satélite a lo largo de todas las pruebas TVAC para asegurar que el satélite sigue operando de forma nominal. Se realizará también una verificación funcional del satélite final fuera de la TVAC después de que se completen todos los ciclos programados.

Requisito 25: Compatibilidad electromagnética (EMC)

El adjudicatario deberá realizar todas las pruebas necesarias para garantizar la compatibilidad electromagnética (EMC) del satélite. Estas pruebas deberán asegurar que tanto la plataforma como las cargas útiles del satélite no generen interferencias electromagnéticas que puedan afectar su correcto funcionamiento, ni que sean susceptibles a interferencias externas dentro del entorno operacional previsto. Las pruebas de compatibilidad electromagnética deberán seguir las especificaciones y estándares establecidos por la Agencia Espacial Europea (ESA).

Requisito 26: Verificación frente ambiente espacial

El resto de las pruebas necesarias a realizar para garantizar el correcto funcionamiento del satélite tras el lanzamiento y una vez en el ambiente espacial serán las especificadas en la última versión del documento técnico “General Environmental Verification Standard (GEVS) for GSFC Flight Programs and Projects” GSFC-STD-7000B de la NASA.

Carga útil

Requisito 27: Ciclo de trabajo (Duty cycle) de la carga útil

El satélite deberá garantizar que el ciclo de trabajo (duty cycle) de su carga útil alcance como mínimo un 15% de su período orbital. Durante este tiempo, la plataforma debe proveer de manera continua e ininterrumpida todos los servicios a la carga útil, incluyendo potencia, comunicaciones y capacidad de apuntamiento preciso, conforme a las especificaciones detalladas en los correspondientes requerimientos técnicos.

Requisito 28: Potencia cargas útiles

Durante todo el ciclo de trabajo de la carga útil la plataforma será capaz de poder suministrar 45 W continuos de potencia a las cargas útiles. Las cargas útiles tienen los siguientes requisitos de potencia:

Carga útil	Consumo en standby	Consumo potencia máximo
SDR 1	max 10 W	max 30 W
SDR 2	max 10 W	max 30 W
Láser óptico	max 4 W	max 25 W

La plataforma deberá ser capaz de suministrar a las cargas útiles la potencia máxima total de 85 W durante la fracción correspondiente del ciclo de trabajo. Dicha fracción será calculada tomando como referencia la potencia continua garantizada de 45 W.

Requisito 29: Plataforma del satélite. Voltaje cargas útiles

La plataforma proporcionará al menos los siguientes buses de voltaje a cada una de las cargas útiles:

- Un bus regulado a $12 \pm 0.05V$ (hasta 4.5 A continuos)
- Dos buses regulados a $5 \pm 0.05V$, $3.3 \pm 0.05V$ (hasta 2.56 A continuos)
- Un bus no regulado con un rango de 10 V a 17 V

Requisito 30: Plataforma del satélite. Control térmico de las cargas útiles

La plataforma será capaz de garantizar el rango de temperaturas operacional de las cargas útiles en cualquier configuración de funcionamiento de éstas mediante los correspondientes elementos pasivos y/o activos, con un margen de $\pm 3^{\circ}C$.

Requisito 31: Plataforma del satélite. Actitud durante operación de las cargas útiles

La actitud nominal del satélite durante el ciclo de trabajo de las cargas útiles de RF será con la cara ocupada por las antenas y el dispositivo óptico apuntando en dirección nadir.

Requisito 32: Buses de comunicaciones entre plataforma y la carga útil

La plataforma deberá proporcionar, como mínimo, los siguientes buses de comunicación para interactuar con cada una de las tres cargas útiles: CAN, UART, Ethernet (con soporte TCP/IP y CSP).

Requisito 33: Comunicaciones entre las cargas útiles

La plataforma deberá permitir la comunicación entre las diferentes cargas útiles del satélite mediante interfaces Ethernet (e.g. switch integrado). Esta interfaz deberá estar siempre operativa.

Requisito 34: Plataforma del satélite. Volumen de la carga útil

El volumen de la carga útil a integrar en la plataforma del satélite será de 3U del formato CubeSat, más las extensiones "Tuna Can" correspondientes. La masa total de la carga útil no superará lo establecido en el estándar Cubesat para un volumen de estas características.

Requisito 35: Plataforma del satélite. Interfaces mecánicas con la carga útil

La interfaz mecánica de la plataforma con la carga útil, así como los mecanismos de fijación e integración seguirán las especificaciones y directrices según el estándar CubeSat. documento "CubeSat Design Specification" Rev. 14.1 (actualización Febrero 2022).

Requisito 36: Integración de las cargas útiles. Compatibilidad estructural

La plataforma deberá proporcionar interfaces estructurales compatibles con las cargas útiles proporcionadas por la Fundació i2CAT y deberá soportar las cargas mecánicas de las cargas útiles durante el lanzamiento y durante las operaciones en órbita, incluyendo vibraciones, choques y cargas estáticas.

Requisito 37: Integración de las cargas útiles. Interfaz eléctrica

La plataforma deberá proveer las interfaces eléctricas adecuadas para alimentar las cargas útiles proporcionadas por la Fundació i2CAT y gestionará de manera eficiente el consumo de energía de las mismas.

Requisito 38: Integración de las cargas útiles. Interfaz de datos

La plataforma proporcionará las interfaces de comunicación necesarias a las cargas útiles proporcionadas por la Fundació i2CAT y gestionará eficientemente la transferencia de datos entre la plataforma y las cargas útiles.

Requisito 39: Integración de las cargas útiles. Transferencia de datos

La plataforma deberá permitir la transferencia de archivos de subida y bajada entre el segmento tierra y las cargas útiles, de manera robusta respecto a las pérdidas espacio-tierra y las comunicaciones a bordo.

Requisito 40: Integración de las cargas útiles. Compatibilidad electromagnética (EMC)

La plataforma deberá cumplir con los estándares para satélites de compatibilidad electromagnética para evitar interferencias con las cargas útiles proporcionadas por la Fundació i2CAT.

Requisito 41: Integración de las cargas útiles. Sistema operativo

El sistema operativo de la plataforma permitirá la integración, monitoreo y operación de las cargas útiles. Deberá proporcionar también modos seguros de operación para las cargas útiles en caso de anomalías.

Requisito 42: Integración de las cargas útiles. Monitoreo y FDIR

La plataforma deberá implementar un servicio configurable de monitorización y FDIR (Failure, Detection, Isolation and Recovery) que permita gestionar, a través de scripts en la memoria de la plataforma, la monitorización de parámetros de telemetría (TM) de las cargas útiles y la ejecución de las acciones automáticas de recuperación necesarias a nivel de las cargas útiles (payload-level recovery actions).

Requisito 43: Integración de las cargas útiles. Centro de gravedad

La plataforma deberá acomodar las cargas útiles dentro de las restricciones impuestas a la posición del centro de gravedad para poder asegurar un control óptimo del satélite.

Requisito 44: Integración de las cargas útiles. Pruebas de aceptación

El adjudicatario deberá realizar, una vez integradas las cargas útiles en la plataforma, todas las pruebas ambientales y de aceptación según las especificaciones de la compañía proveedora del lanzamiento.

Requisito 45: Planificación de la ejecución de la carga útil durante puesta en marcha

El adjudicatario deberá contribuir en el plan de puesta en marcha de las cargas útiles. Para ello deberá ejecutar el servicio requerido por la Fundació i2CAT siguiendo el plan de operaciones definido por la misma Fundació i2CAT, quien entregará este plan semanalmente. Dicho plan incluirá también las actividades previstas para la siguiente semana. El adjudicatario deberá respetar dicho plan, pudiendo indicar comentarios en un plazo máximo de dos días laborables posteriores a la entrega. El adjudicatario y la Fundació i2CAT podrán acordar excepciones al criterio arriba mencionado en determinadas circunstancias (e.g. en períodos vacacionales).

Requisito 46: Actualización del software de la carga útil

La plataforma del satélite 6G-StarLab deberá poder actualizar el software de la carga útil en órbita a través de la plataforma según las necesidades de ejecución de la Fundació i2CAT. La actualización de software de la carga útil no deberá tardar más de dos semanas en realizarse, siendo el tamaño estimado del software de alrededor de 1.5GB. La actualización de software corresponde por un lado al sistema operativo y por otro lado al software aplicativo desarrollado por la Fundació i2CAT.

Requisito 47: Procedimiento de actualización del software de la carga útil durante la puesta en marcha

El adjudicatario deberá disponer de un procedimiento de actualización de software de la carga útil cuando esté en órbita. Dicho procedimiento debe incluir al menos una validación y verificación del software a actualizar en un banco de pruebas terrestre antes de que se realice dicha actualización. El adjudicatario debe entregar este procedimiento de actualización de software donde se presenten las fases de validación y los procesos operacionales a seguir.

Requisito 48. Registro del satélite

El adjudicatario será responsable de registrar el satélite, cuya propiedad pertenece a la Fundació i2CAT, ante los organismos nacionales e internacionales pertinentes, cumpliendo con toda la legislación vigente. El nombre del satélite será proporcionado por la Fundació i2CAT.

Terminal láser

Requisito 49: Terminal láser

La interfaz mecánica del terminal láser (carga útil) con la plataforma, así como los mecanismos de fijación e integración seguirán las especificaciones y directrices según el estándar CubeSat, documento "CubeSat Design Specification" Rev. 14.1 (actualización febrero 2022).

Requisito 50: Terminal láser. Volumen

El volumen del terminal láser a integrar en la plataforma del satélite será de una unidad (1U) del formato CubeSat. En ningún caso se superará dicho límite.

Requisito 51: Terminal láser. Masa total

La masa total del terminal láser embarcado no superará lo establecido en el estándar Cubesat para un volumen de 1 unidad CubeSat (1U).

Requisito 52: Vida útil del terminal láser

El adjudicatario deberá asegurar una vida útil del terminal láser embarcado de al menos tres años desde el fin de la fase de puesta en marcha de la carga útil.

Requisito 53: Nivel de Madurez Tecnológica

El terminal láser embarcado deberá emplear tecnología con un Nivel de Madurez Tecnológica (TRL) de 6 o superior (según escala de la ESA).

Requisito 54: Potencia del terminal láser

El consumo máximo en modo de espera (standby) del terminal láser no deberá exceder los 5W, y la potencia máxima no deberá superar los 25W.

Requisito 55: Control de actitud

El sistema de apuntamiento del terminal láser deberá asegurar el correcto funcionamiento del enlace óptico entre el dispositivo láser embarcado y la estación terrestre. Para ello, deberá funcionar de manera coordinada con el sistema de control de actitud de la plataforma del satélite.

Requisito 56: Voltaje del terminal láser

El voltaje de entrada del terminal láser deberá ser compatible con los buses de voltaje disponibles en la plataforma.

Requisito 57: Terminal láser. Comunicación con la plataforma

La carga útil se comunicará con la plataforma mediante los siguientes buses de comunicación disponibles: CAN, UART, Ethernet (con soporte TCP/IP y CSP).

Requisito 58: Registro de las potencias transmitidas y recibidas

El terminal láser embarcado y la estación óptica terrestre deberán registrar continuamente, y etiquetadas con marca temporal, las potencias transmitidas y recibidas siempre que el enlace de comunicaciones ópticas esté en funcionamiento. Esta información se guardará en archivos que serán descargados para su posterior análisis. Se podrán registrar además otros parámetros de interés de la plataforma según los requerimientos de la Fundació i2CAT.

Requisito 59: Modelo de Ingeniería del terminal láser

El adjudicatario entregará un Modelo de Ingeniería (EM) del terminal láser junto con la documentación técnica completa del mismo.

Requisito 60: Pruebas de verificación frente a ambiente espacial

Las pruebas a realizar para garantizar el correcto funcionamiento del terminal láser tras el lanzamiento y una vez en el ambiente espacial serán los especificados en la última versión del documento técnico "General Environmental Verification Standard (GEVS) for GSFC Flight Programs and Projects" de la NASA.

Lanzamiento del satélite

Requisito 61: Vehículo lanzador

El adjudicatario deberá proveer información actualizada sobre el vehículo lanzador: fecha de lanzamiento, base de lanzamiento y elementos orbitales del satélite tras inserción en órbita.

Requisito 62: Video e imágenes del lanzamiento

El adjudicatario deberá proporcionar a la Fundació i2CAT imágenes y video del lanzamiento del satélite, que ésta podrá difundir en sus propios canales de comunicación.

Requisito 63: Video e imágenes de la inserción en órbita

El adjudicatario deberá, si el lanzador lo provee, proporcionar a la Fundació i2CAT imágenes y video de la inserción en órbita del satélite, que ésta podrá difundir en sus propios canales de comunicación.

Requisito 64: Vehículo lanzador

El adjudicatario hará la propuesta del vehículo de lanzamiento, el cual deberá ser aceptado expresamente por la Fundació i2CAT mediante informe favorable del responsable del contrato por parte de la Fundació i2CAT. Se establece como condición para el logro del hito 3 "Revisión del Diseño Crítico -CDR-" la aportación, por parte del adjudicatario, del contrato o compromiso de tener reservado un espacio para asegurar el lanzamiento del satélite.

El hecho de no aportar este documento podrá suponer la resolución del contrato, puesto que implicaría la imposibilidad de ejecutar la prestación en los términos indicados en los documentos contractuales, siempre que no sea posible realizar una modificación del contrato, de conformidad con los artículos 204 y 205 de la LCSP.

El vehículo de lanzamiento que se utilice para la puesta en órbita del satélite deberá disponer de un historial sólido de éxitos en la colocación en órbita de satélites de características similares en los últimos 3 años.

Requisito 65: Separación del lanzador

Tras la separación del lanzador, el satélite iniciará de manera autónoma una secuencia que lo llevará a Modo Seguro. Esta incluirá la estabilización de la actitud del satélite (de-tumbling) y el apuntamiento de los paneles solares hacia el sol.

Requisito 66: Tolerancias dispensador

El adjudicatario utilizará un dispensador homologado para CubeSats con las máximas tolerancias mecánicas posibles.

Requisito 67: Ambiente durante el lanzamiento

El satélite será capaz de soportar el ambiente generado por el lanzador sin degradación mecánica ni funcional. Para ello el satélite deberá superar satisfactoriamente todas las pruebas de aceptación del vehículo de lanzamiento.

Requisito 68: Calendario de lanzamiento

El desarrollo del proyecto deberá ser compatible con el lanzamiento del satélite y su posterior puesta en marcha antes del 30 de junio de 2025.

Fase LEOP y puesta en marcha del satélite

Requisito 69: Realización de una fase LEOP y puesta en marcha

El adjudicatario deberá realizar una fase de “Launch and Early Orbit” (LEOP) y puesta en marcha donde se valide el correcto funcionamiento de la plataforma del satélite y de las cargas útiles.

Requisito 70: Documentación para fase LEOP y puesta en marcha

El adjudicatario deberá preparar la documentación necesaria para la fase LEOP y de puesta en marcha donde se indiquen las pruebas a realizar en el satélite y en la carga útil y los resultados esperados de dichas pruebas.

Requisito 71: La fase LEOP y puesta en marcha

El adjudicatario deberá finalizar la fase LEOP y de puesta en marcha en un periodo no mayor de un mes contado a partir del lanzamiento del satélite. Al finalizar esta fase, se llevará a cabo una reunión dedicada para revisar los resultados obtenidos.

Requisito 72: Fin de puesta en marcha y traspaso de operaciones

Una vez finalizada la fase LEOP y de puesta en marcha el adjudicatario deberá realizar el traspaso de las operaciones de la plataforma del satélite a la Fundació i2CAT. El adjudicatario deberá proveer toda la información y medios necesarios para un correcto traspaso de las operaciones, incluyendo el software de control de la plataforma, documentación y formación necesaria.

Requisito 73: Datos de la plataforma generados durante la puesta en marcha

El adjudicatario deberá proveer (al menos) los siguientes datos de telemetría de la plataforma obtenidos (al menos) cada minuto durante las operaciones de puesta en marcha de la carga útil:

- Voltaje de la batería actual y voltaje máxima de ésta (para calcular el estado de la carga)
- Quaternion de la estimación del apuntamiento (con referència Body-ECI)
- Quaternion objetivo (i.e. target) en la estrategia de apuntamiento del satélite
- Medidas de temperatura de los puntos de referencia térmicos

- Contador de arranques de la plataforma (i.e. boot counter)

Requisito 74: Datos de la carga útil generados durante la puesta en marcha

El adjudicatario deberá proveer (al menos) los siguientes datos de telemetría, extraídos por la plataforma, de las cargas útiles obtenidos (al menos) cada minuto durante las operaciones de puesta en marcha de la carga útil:

- Voltajes de las líneas de alimentación de las cargas útiles (e.g. 12V, 5V, etc.)
- Modo de operación de las cargas útiles (e.g. ejecutándose, en standby, etc.)
- Uso de la memoria volátil (bytes acumulados)
- Uso de la memoria persistente (bytes acumulados)
- RSI de la señal recibida en los diferentes dispositivos de comunicación
- Potencia transmitida (en dBm) de los transceivers
- Medidas de temperatura de los puntos de referencia térmicos
- Temperatura en los RF frontends de los dispositivos de comunicación
- Contador de arranques de la carga útil (i.e. boot counter)

Requisito 75: Disponibilidad de los datos generados durante la puesta en marcha

El adjudicatario deberá disponer y proporcionar un acceso a los datos generados durante la puesta en marcha de la carga útil (datos de la plataforma y de la carga útil) mediante una API. La conexión a esta API debe realizarse a través de tecnologías web y usando protocolos criptográficos que aseguren la confidencialidad, integridad y autenticidad en las comunicaciones (e.g. TLS). El adjudicatario deberá proveer de un manual de uso de esta API.

Requisito 76: Tiempo de acceso a los datos generados durante la puesta en marcha

El adjudicatario deberá poner a disposición de la Fundació i2CAT, a través de la API, de los datos generados durante la puesta en marcha de la carga útil antes del transcurso de 24h desde el momento de su generación o almacenamiento en el satélite.

Requisito 77: Propiedad de los datos generados por la carga útil durante la puesta en marcha

La propiedad intelectual de los datos generados por la carga útil del satélite durante la fase LEOP, durante la puesta en marcha y durante toda la vida operacional del satélite serán propiedad de la Fundació i2CAT.

Requisito 78: Propiedad de los datos generados por la plataforma del satélite durante la puesta en marcha

La propiedad intelectual de los datos generados por la plataforma del satélite durante la fase LEOP, durante la puesta en marcha y durante toda la vida operacional del satélite serán propiedad de la Fundació i2CAT.

Requisito 79: Durabilidad de los datos generados durante la puesta en marcha

El adjudicatario deberá almacenar y dar acceso en cualquier momento a la Fundació i2CAT de los datos recolectados a lo largo de la actividad de puesta en marcha del satélite y de las cargas útiles.

Gestión de riesgos y anomalías

Requisito 80: Definición de una anomalía

El adjudicatario deberá considerar como anomalía los eventos que puedan alterar el funcionamiento y prestaciones de los servicios solicitados en este pliego y el calendario planificado del proyecto.

Requisito 81: Notificación de una anomalía

El adjudicatario deberá notificar a la Fundació i2CAT toda anomalía detectada durante la ejecución del proyecto antes de que se cumpla un día laboral desde su detección.

Requisito 82: Valoración de riesgos

El adjudicatario deberá mantener un documento, llamado Risk Assessment Report, donde se presente un listado de riesgos que pueden convertirse en anomalías para el proyecto. Este listado incluye: (1) identificador del riesgo, (2) descripción del riesgo, (3) nivel de severidad del riesgo, (4) nivel de probabilidad del riesgo, (5) índice de riesgo, (6) estado del riesgo, y (7) acción para mitigar el riesgo. La definición de severidad, probabilidad e índice de riesgo debe ser la indicada por los estándares ECSS (Sección 5.2.1.2 del documento ECSS-M-ST-80C del 31 Julio de 2008). Dicho documento deberá entregarse a la Fundació i2CAT como parte de entrega del Hito 2: *Revisión del Diseño Preliminar (PDR: Preliminary Design Review)*.

Requisito 83: Medidas de contingencia

El adjudicatario deberá implementar un plan de contingencia frente a fallos o anomalías que puedan ocurrir durante la fabricación, integración, lanzamiento y puesta en marcha del satélite.

Requisito 84: Contenido del plan de contingencia

El plan de contingencia deberá incluir al menos los siguientes puntos:

- Descripción de la anomalía
- Impacto en el desarrollo del proyecto
- Acciones a realizar para la evaluación de la anomalía
- Acciones a realizar para la mitigación de la anomalía
- Descripción de la solución propuesta
- Calendario resultante debido a esta anomalía
- Conclusiones finales

El plan de contingencia es un documento que se crea para cada anomalía y que se va

actualizando a lo largo del seguimiento de la misma.

Requisito 85: Seguimiento de la anomalía

El adjudicatario deberá respetar el siguiente procedimiento cuando una anomalía sea notificada: (1) reunión de emergencia presentando el plan de contingencia para dicha anomalía, (2) reuniones diarias donde se presente el estado de la anomalía y las acciones previstas, y (3) reunión final para presentar las conclusiones.

Requisito 86: Finalización del servicio a causa de una anomalía

La finalización del servicio debido a una anomalía será estudiada en la reunión final del seguimiento de ésta. La Fundació i2CAT se reserva el derecho a la decisión final y por lo tanto al cierre del proyecto.

Requisito 87: Duración máxima para solucionar una anomalía

El adjudicatario deberá solucionar las anomalías en un máximo de quince días hábiles. Esta condición puede ser revisable en función de las particularidades de la anomalía, una vez notificada.

Control y operación del satélite

Requisito 88: Modelo de Ingeniería

El adjudicatario entregará un Modelo de Ingeniería (Engineering Model, EM) de la plataforma del satélite, el cual deberá integrar de manera funcional las cargas útiles aportadas por la Fundació i2CAT. Esta infraestructura será un fiel reflejo de las funcionalidades del satélite en órbita y tendrá como objetivo principal permitir la validación en tierra de telecomandos y procedimientos operacionales. También deberá permitir la validación de todos los desarrollos de carga útil realizados por la Fundació i2CAT, antes de proceder a la subida del software a las cargas útiles en el satélite en órbita. Para ello, el Modelo de Ingeniería deberá ser representativo de todas las interfaces de hardware y software de la plataforma e incluir sistemas de simulación que reproduzcan con precisión las condiciones de operación en órbita, facilitando así un entorno de pruebas realista para la verificación del software, la detección de fallos y la optimización de funcionalidades. Además, el adjudicatario deberá proporcionar el manual de usuario, la documentación técnica completa y asistencia especializada para el uso eficaz del EM, asegurando que la Fundació i2CAT pueda realizar pruebas y validaciones de manera efectiva y autónoma.

Requisito 89: Documentación

El adjudicatario suministrará el Manual de Operaciones del satélite y toda la documentación técnica necesaria para poder llevar a cabo el control y las operaciones del satélite y el correcto mantenimiento durante toda la vida útil del mismo. Esto incluye, pero no se limita a: guías detalladas de operación, procedimientos operacionales nominales, procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, especificaciones técnicas completas de todos los

sistemas y subsistemas, y protocolos de emergencia. La documentación debe estar actualizada, reflejando cualquier modificación o actualización que se realice en el satélite, y debe ser entregada en formatos accesibles y comprensibles para el personal técnico encargado de la operación y mantenimiento del satélite. Además, el adjudicatario deberá proporcionar la asistencia técnica y formación necesaria para el correcto uso y comprensión de la documentación suministrada.

Requisito 90: Software de control del satélite

El adjudicatario suministrará el software de control del satélite para la gestión y futura operación de todas las funciones del satélite. El software deberá estar debidamente documentado y soportado, garantizando que la Fundació i2CAT pueda operar y mantener el satélite de manera autónoma durante toda su vida útil, una vez finalizado el correspondiente periodo de puesta en marcha.

Requisito 91: Software de control del satélite. Formación

El adjudicatario deberá proporcionar la formación necesaria para el correcto uso del software de control del satélite y se establecerá un periodo de traspaso de operaciones durante el cual:

- Se realizará una transición gradual de las responsabilidades operativas del adjudicatario a la Fundació i2CAT.
- Se proporcionará soporte continuo y asesoramiento técnico para resolver cualquier duda o problema que pueda surgir.
- Se garantizará que todo el personal asignado de la Fundació i2CAT esté completamente capacitado y familiarizado con el software y los procedimientos operativos del satélite.
- Se realizarán sesiones prácticas y simulaciones de operaciones para asegurar que el equipo de la Fundació i2CAT esté preparado para manejar todas las situaciones operativas.

Este periodo de traspaso y la formación adecuada deberán asegurar una transferencia de operaciones fluida y segura, permitiendo a la Fundació i2CAT operar el satélite de manera eficiente y confiable.

Estación terrestre

Requisito 92: Estación terrestre. Instalación

La estación terrestre de comunicaciones ópticas deberá poder usarse en modo portátil o deberá poder ser integrada en una instalación fija. El adjudicatario deberá suministrar la correspondiente cúpula (dome) de protección para la instalación fija y la documentación técnica necesaria para la ejecución de la obra civil de dicha instalación. La cúpula deberá exhibir en su parte exterior el logotipo de la Fundació i2CAT.

Requisito 93: Longitudes de onda

El terminal láser embarcado y la estación terrestre trabajarán con longitudes de onda en la banda C óptica. Las longitudes de onda seleccionadas para ambos para la subida y bajada de datos estarán dentro del rango de 1500 a 1600 nm.

Requisito 94: Volumen de transferencia de datos

La transferencia de datos espacio-tierra deberá poder alcanzar una velocidad de hasta 1 Gbps. La transferencia de datos tierra-espacio deberá poder alcanzar una velocidad de hasta 100 Mbps.

Requisito 95: Vida útil de la estación terrestre

El adjudicatario deberá asegurar una vida útil de la estación terrestre de al menos cinco años desde el fin de la fase de puesta en marcha de la carga útil.

Requisito 96: Documentación

El adjudicatario suministrará el Manual de Operaciones del terminal láser y de la estación terrestre óptica y toda la documentación técnica adicional necesaria para su correcta utilización. Además, el adjudicatario deberá proporcionar la asistencia técnica y formación necesarias para el correcto uso y comprensión de la documentación suministrada.

Gestión del proyecto

Requisito 97: Gestión del proyecto

La gestión del proyecto por parte del adjudicatario se llevará a cabo conforme al estándar ECSS-M-ST-10C de la Agencia Espacial Europea (ESA). El proyecto abarca completamente las fases A, B, C y D de dicho estándar, así como las partes correspondientes al lanzamiento del satélite y la puesta en marcha de la fase E.

Requisito 98: Seguimiento y ejecución del proyecto

El adjudicatario deberá realizar reuniones periódicas semanales con la Fundació i2CAT. Dichas reuniones deberán incluir todos los actores involucrados en el correcto desarrollo del proyecto, incluyendo los fabricantes de las cargas útiles. El adjudicatario deberá entregar al siguiente día laborable el MoM (Minutes of Meeting) de la reunión.

Requisito 99: Difusión del proyecto en medios digitales

El adjudicatario deberá informar puntualmente del avance del proyecto a la Fundació i2CAT. La Fundació i2CAT podrá comunicar y publicar libremente información sobre el avance del proyecto, siempre que esta no sea información confidencial del adjudicatario. Además, el adjudicatario no podrá difundir noticias sobre las actividades y el desarrollo del proyecto en redes sociales, en su propia web ni en otros medios de comunicación sin la previa autorización de la Fundació i2CAT.

7. Formas de seguimiento y control de la ejecución de las condiciones

El órgano de contratación designará a una persona que asumirá el control y la coordinación de la ejecución contractual con la empresa contratista a fin de tratar directamente las cuestiones relacionadas con el desarrollo normal de las tareas indicadas en este Pliego.

La empresa contratista debe designar a una persona responsable a quien encargar la gestión de la ejecución del contrato y que deberá garantizar la calidad de la prestación objeto de este Pliego, tratando directamente las cuestiones relacionadas con el desarrollo normal de las tareas indicadas en este Pliego con la persona interlocutora designada por el órgano de contratación.

Al inicio del contrato se acordarán las correspondientes reuniones de seguimiento entre el adjudicatario y el equipo técnico de la Fundació i2CAT. El objetivo de las reuniones será evaluar el progreso del contrato e intervenir en la reorientación del mismo en caso de considerarse necesario por el equipo técnico de la Fundació i2CAT. Las reuniones serán de carácter periódico e ineludible.

La Fundació i2CAT se reserva la posibilidad de fijar visitas y reuniones con carácter ineludible en las instalaciones del adjudicatario, para realizar las tareas de seguimiento técnico in situ que considere necesarias.

La Fundació i2CAT se reserva la posibilidad de solicitar informes de justificación económica que permitan dar un correcto seguimiento al nivel de ejecución del gasto del contrato. Los informes podrán tener una periodicidad semestral. Igualmente, la Fundació i2CAT se reserva la posibilidad de solicitar la participación de expertos externos en todas las reuniones. En caso necesario, se solicitará a dichos expertos que firmen un acuerdo de confidencialidad.

Cada uno de los hitos deberán superarse mediante un informe técnico y una reunión de seguimiento específica siguiendo el cronograma de la licitación.

Hito	Meses desde la firma del contrato
Hito 0 - Firma del contrato	0
Hito 1 - KO & MRR	0,5
Hito 2 - Revisión del Diseño Preliminar (PDR)	1,5
Hito 3 - Revisión del Diseño Crítico (CDR)	2,5
Hito 4 - Revisión de la Disponibilidad para el inicio de los Ensayos (TRR)	5
Hito 5 - Entrega de la documentación para el control del satélite	5
Hito 6 - Entrega del modelo de ingeniería (EM)	7

Hito 7 - Revisión de la Disponibilidad para el Vuelo (FRR)	7
Hito 8 - Entrega de la estación terrestre de comunicación óptica	9
Hito 9 - Lanzamiento del satélite e inicio de la puesta en marcha	9,5
Hito 10 - Fin de la puesta en marcha y entrega final de la infraestructura	Fecha de finalización del contrato

Barcelona, a fecha de la última firma digital

El Órgano de Contratación

Sr. Sergi Figuerola Fernández
Director

Sr. Joan Manel Martín Almansa
Director ejecutivo