

Pliego de prescripciones técnicas para la adquisición y puesta en marcha de una antena terrestre en banda KA 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: 2025082500

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 Releases 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.

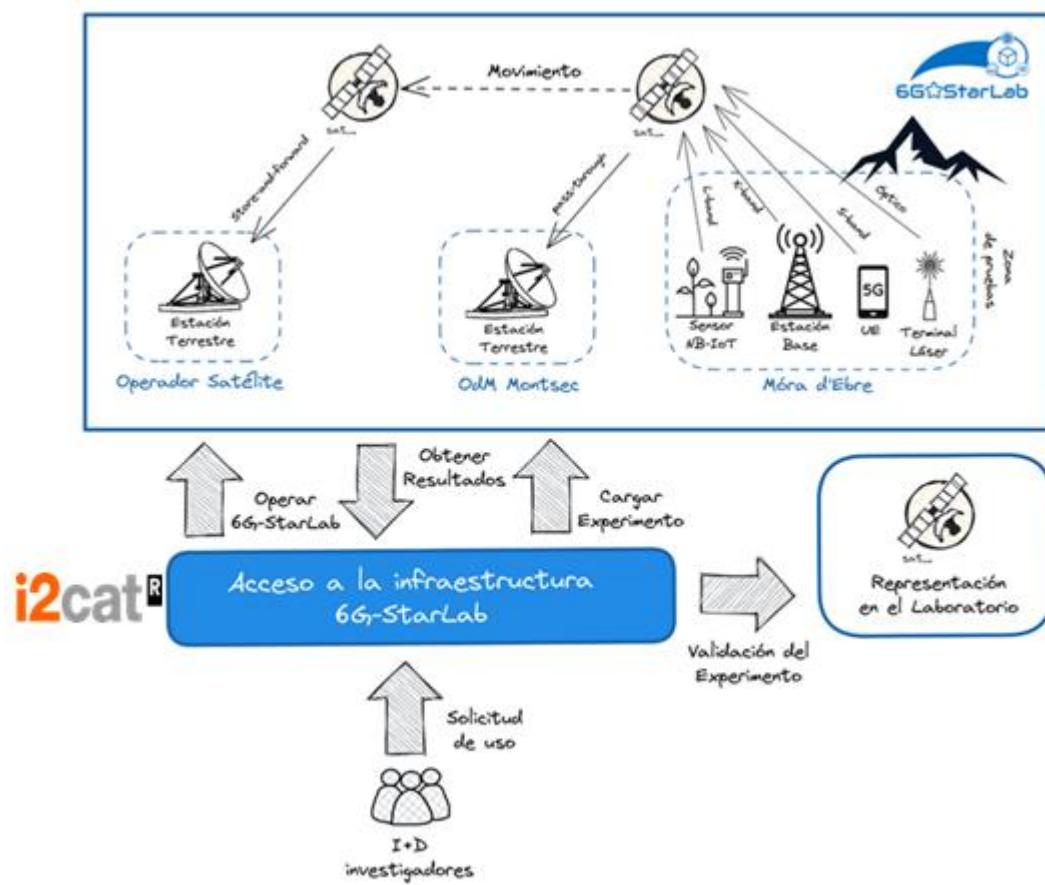


Figura 1. Infraestructura 6GStarLab

El objeto de este contrato es el suministro de una estación terrestre de comunicaciones en banda KA de acuerdo con los requisitos definidos por la Fundació i2CAT. Dicha estación se entregará acompañada de toda la documentación técnica y software necesarios para que, una vez finalizada su puesta en marcha, la Fundació i2CAT pueda operar autónomamente dicho equipamiento.

En el presente documento se establecen los requisitos 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 administrativas 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.

3. Objeto del contrato o necesidad a cubrir

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es el establecimiento de las condiciones técnicas que regirán en la adjudicación, por parte de la Fundació i2CAT, del contrato de suministro de una estación en banda KA para poder realizar transmisiones/recepciones satelitales en dicha banda.

4. Finalidades y objetivos a alcanzar

Dentro del marco del proyecto 6GStarLab, la Fundació i2CAT necesita una estación en banda KA para poder realizar las correspondientes transmisiones tierra-espacio. La antena deberá tener la capacidad de seguimiento (tracking) del satélite ya que éste dispone de una velocidad angular mayor que la velocidad de rotación de la tierra, además de disponer de un sistema de apuntamiento X-Y para poder seguir todas las diferentes trayectorias que puedan tener los satélites LEO. Asimismo, la antena deberá ser bidireccional, es decir que pueda recibir y transmitir datos de forma simultánea con la misma antena. La antena en banda KA está compuesta por tres bloques diferenciados: antena, receptor, y transmisor.

5. Requisitos técnicos generales obligatorios aplicables a la prestación a adquirir

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. Todo el material suministrado deberá ser de nueva adquisición.

- 1) La entrega incluye el transporte, suministro, ubicación de los bienes objeto del contrato, así como asistencia técnica durante la instalación.
- 2) La descarga y ubicación de los bienes deben realizarse mediante los medios propios de la empresa que resulte adjudicataria.
- 3) El equipamiento que constituye el objeto del contrato se suministrará con todos aquellos dispositivos y/o elementos necesarios para su instalación completa, puesta en marcha y correcto funcionamiento.

- 4) La instalación se llevará a cabo bajo la supervisión de un técnico responsable de la empresa adjudicataria e incluirá todos los pasos necesarios hasta que el equipo quede situado en la ubicación definitiva y completamente funcional.
- 5) La empresa adjudicataria deberá suministrar los manuales de instalación, utilización y mantenimiento técnico de la estación, así como del software y aplicaciones correspondientes.
- 6) La antena debe poder trabajar en modo bidireccional (Tx/Rx) en la banda KA y está preparada para trabajar con enlaces satélite en órbitas LEO.
- 7) La antena incorporará 2 ejes motorizados de rotación automática (acimut y elevación), con capacidad de realizar seguimiento automático de satélites.
- 8) El rango de frecuencias de trabajo de la antena tiene que cubrir: Tx: 27.5-31 GHz. Rx: 17.7-21.2 GHz.
- 9) El rango mínimo de frecuencias de trabajo del receptor (LNB) tiene que cubrir va de 19.3 GHz a 20.1 GHz.
- 10) El rango mínimo de frecuencias de trabajo (KA) del transmisor (BUC) tiene que cubrir va de 29.1 GHz a 30 GHz.
- 11) La antena cumple con una G/T en toda la banda de operación y con una elevación de 30º, de al menos: 22 dB/K.
- 12) El conjunto Antena y TX (BUC) tiene que proporcionar una PIRE lineal en toda la banda de operación de al menos: 63 dBW.
- 13) El diámetro del plato de la antena deberá ser de al menos 1.5 metros.
- 14) El diámetro de rotación de la huella de la antena deberá ser menor de 2 metros.
- 15) El diámetro de rotación de la huella de la antena más el margen de seguridad deberá ser menor de 2.5m.
- 16) Todos los elementos se tienen que poder alimentar a través de la tensión de red, con las siguientes características: AC 230Vrms +- 7% a 50Hz, con una fuente de alimentación comuna o individual para cada bloque.
- 17) Requisitos para el bloque de la antena:

Parámetro	Valor	Comentario
Rango de frecuencia de recepción (RX)	17.5 GHz a 21.5 GHz	Banda KA - canal de bajada
Rango de frecuencia en transmisión (TX)	27.5 GHz a 31.0 GHz	Banda KA - canal de subida
Tipo de polarización	Circular	
Lóbulos laterales (side lobes)	Primero <-14 dB siguientes: según ITU-R S.580	
Diámetro de la parabólica (apertura)	1.5 metros	Diámetro mínimo
Axial ratio	<0.8	
Ganancia en la banda de recepción del LNB	47 dB min	
Ganancia en la banda de transmisión del BUC	50.5 dB min	
Ejes motorizados	eje X y Eje Y	
Rango de movimiento en el eje X	+/- 90°	
Rango de movimiento en el eje Y	+90°	
El rango de la Velocidad en el eje X e Y	0.1%/s a 5°/s	Nota: el rango necesario para el correcto seguimiento de satélites en órbita LEO a 540km de altura.
Aislamiento Recepción - Transmisión	Transmisor > 40 dB Enviar y recibir > 90 dB	A la salida del amplificador de potencia
Órbitas satelitales que puede seguir	GEO, MEO y LEO	
Precisión de apuntamiento	0.044 °	1/7 del ancho de haz a 3dB
<u>Condiciones ambientales</u>		
Humedad	0-95%	a 20°C
Rango de temperaturas de operación	-20 a +55°C	
Rango de temperaturas de almacenaje	-50 a 70°C	
Ráfaga de viento máxima en operación	11 m/s (39.6 Km/h)	
Ráfaga de viento máxima supervivencia	20 m/s (72 Km/h)	
Clase de sellado	IP 65	
<u>Especificaciones físicas</u>		

Tipo de montaje	Plegable tipo "Flyaway"	
Método de transporte	En cajas individuales	Tipo "Ruggedized Weatherproof"
<u>Software de control</u>		
Modos de control	Manual y automático	
Formato de datos orbitales de entrada	TLE (Two lines elements)	

Tabla 1. Requisitos para el bloque de la Antena

18) Requisitos para el receptor (LNB):

Parámetro	Valor	Comentario
Rango mínimo de frecuencias de operación	19.2 GHz a 20.2 GHz	
Ganancia mínima	55 dB	
Variación de la Ganancia en banda completa	4 dBpp	
Variación de la Ganancia	1 dBpp sobre 36 MHz	
Figura de ruido máxima	1.5 dB	
Output P1dB mínimo	5 dBm	
Ruido de fase (SSB) max	-73dBc/Hz a 1 kHz -83dBc/Hz a 10 kHz -93dBc/Hz a 100 KHz	
Frecuencia LO	19.25 GHz	
Estabilidad del LO	+/- 10 KHz,	
Rango de frecuencia intermedia de salida	950 MHz a 1950 MHz	
Interfaz de entrada de RF	WR42G	Misma interfaz que el puerto de RX de la antena. Ver figura 1
Interfaz de salida RF	Conector tipo N	
Impedancia de referencia de RF	50 Ohms	
Rango de temperatura operacional	-40 a +70°C	

Rango de temperatura de almacenaje	-45 a +80°C	
Clase de sellado	IP 65	

Tabla 2. Requisitos del receptor (LNB)

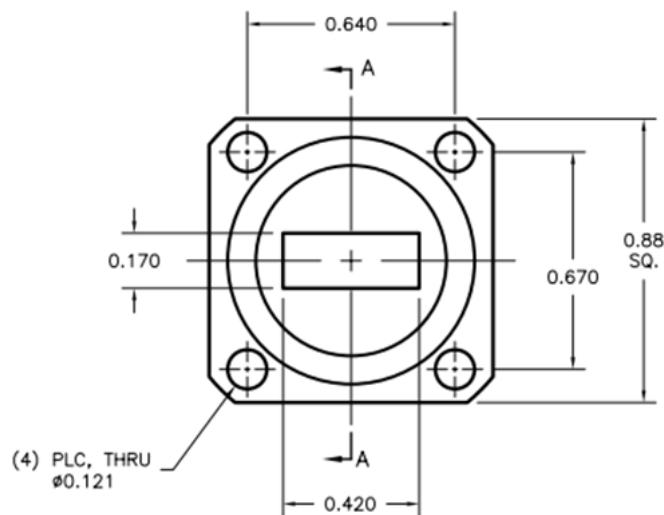


Figura 1. Interfaz de entrada del módulo receptor WR42G -PBR220

19) Requisitos del Amplificador de potencia (BUC):

Parámetro	Valor	Comentario
Rango de frecuencias de operación mínimo	29.1 GHz a 30.0 GHz	
Rango de frecuencia de entrada	950 MHz a 1950 MHz	
Potencia de salida	20W	
Output p1dB mínimo	+43 dBm	
Imd3	-25 dbc max	2 señales a 50Mhz
Figura de ruido	15 dB	
Frecuencia de referencia	Interna y externa a 10 Mhz	Con opción de referencia externa,
Ganancia de conversión mínima	60 dB	

Variación de la ganancia en frecuencia cada 40 Mhz	+0.5 dB	
Variación de la ganancia en frecuencia	+ - 1.8 dB max.	En toda la banda de operación
Variación de la ganancia en temperatura	+ - 1.8 dB max.	Rango de operación
Interfaz de RF entrada	Conecotor tipo N	
Interfaz de RF salida	WR-28G (flange PBR320)	Puede ser diferente, pero tiene que ser la misma que la interfaz de transmisión de la antena, ver figura 2 para el detalle del WR-28G
Impedancia de referencia de RF	50 Ohms	
Rango de temperatura operacional	-40 a +70°C	
Rango de temperatura de almacenaje	-45 a +80°C	
Clase de sellado	IP 65	

Tabla 3. Requisitos del Amplificador de potencia (BUC)

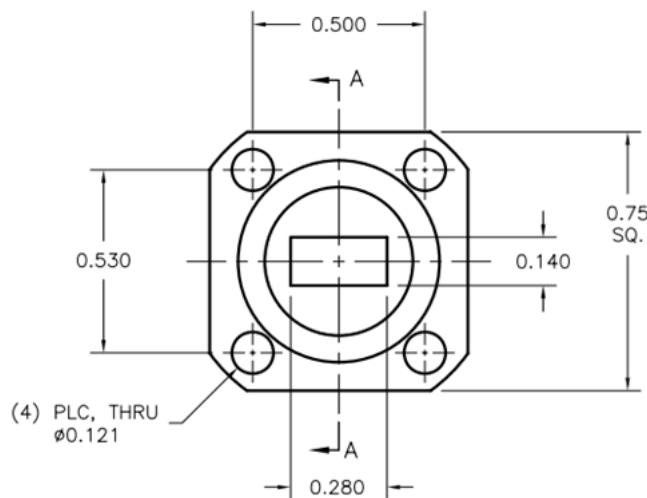


Figura 2. Interfaz de salida del módulo Transmisor (BUC) WR-28G PBR320

6. 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 el contratista, a fin de tratar directamente las cuestiones relacionadas con el desarrollo normal de las tareas indicadas en este Pliego.

El 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 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.

Barcelona, a fecha de la última firma digital

El Órgano de Contratación

Sr. Sergi Figuerola Fernández
Director

Sr. Joan Manel Martín Almansa
Director ejecutivo