

## **Pliego de prescripciones técnicas para la adquisición, despliegue y puesta en marcha de equipos para la infraestructura experimental 6GEN, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia - NextGenerationEU a través del proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

**Número de expediente: 2024111300**

El contenido de estas prescripciones técnicas deriva del proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27) aprobado en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia - NextGenerationEU a través del proyecto.

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 (Fundación 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 Fundación 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 Fundación 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.

En este contexto, el objeto de esta contratación consiste en:

1. El suministro, la configuración y puesta en marcha de una (1) solución de testing de RAN Intelligent Controllers (RICs);
2. El suministro de veintitrés (23) servidores enrancables, tres (3) servidores de torre, veintinueve (29) discos SSD, cinco (5) ordenadores portátiles, cinco (5) tarjetas de red inteligentes, tres (3) Single Board Computers de formato encastado, un (1) barebone, un (1) barebone industrial, dos (2) mini-PCs, un (1) módulo de seguridad hardware y dos (2) kits de desarrollo de aplicaciones para coche autónomo y conectado;
3. El suministro de cinco (5) equipos de conmutación de nivel 2 programables a través del lenguaje P4;
4. El suministro de un (1) emulador de canales de radio, de un (1) analizador de espectro de microondas portátil y de un (1) osciloscopio;
5. El suministro de dos (2) simuladores de UEs, cuatro (4) smartphones y cuatro (4) gafas de realidad mixta;
6. El suministro de cuatro (4) superficies inteligentes reconfigurables (RIS, Reconfigurable Intelligent Surfaces);
7. El suministro de tres (3) conmutadores de nivel 2 y de dos (2) puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de la Fundació i2CAT;

8. El suministro de dos (2) plataformas dron de última generación y un (1) enjambre de mini-drones;
9. El suministro de una (1) licencia permanente del software Matlab;
10. El suministro de una (1) licencia permanente de un software de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores;
11. El suministro de cuatro (4) robots ligeros y una (1) plataforma robótica;
12. El suministro de un (1) switch fronthaul con soporte para sincronización de tiempo;
13. El suministro de dos (2) medidores de potencia y consumo eléctricos;
14. El suministro de tres (3) dispositivos Universal Software Radio Peripheral (USRP);
15. El suministro de dos (2) estaciones base 5G outdoor, en banda n77.

En el presente documento se establecen los requisitos, se concretan las prestaciones y se definen las obligaciones que se derivan de la contratación para alcanzar los objetivos que se persiguen en el Proyecto.

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 en 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.

El proyecto persigue convertir los testbeds independientes de la Fundació i2CAT en una infraestructura heterogénea puntera para la investigación en 5G avanzado y 6G, preparada para proporcionar servicios de experimentación a múltiples investigadores de forma concurrente, abierta a grupos de la entidad contratante y al resto del ecosistema de I+D español en 5G avanzado y 6G, equipada con la última tecnología y con capacidad de colaboración e interconexión con otras infraestructuras. Esta misión se articula a través de los siguientes 3 grandes objetivos:

- Ampliar las capacidades tecnológicas en 5G avanzado y 6G de los testbeds de i2CAT para apoyar las líneas de investigación estratégicas en 6G de la institución y su ecosistema cercano (universidades catalanas, centros de investigación del CERCA, socios españoles habituales en proyectos de I+D competitivos), garantizando una investigación competitiva y de calidad.
- Llevar a cabo integraciones, definir procedimientos y desplegar herramientas para obtener una infraestructura de investigación heterogénea y holística, abierta al ecosistema español de I+D en 5G avanzado y 6G.
- Explorar la complementariedad de 6GEN con otras infraestructuras similares y complementarias, evaluando posibilidades de interconexión y ejecutando al menos una interconexión con una de las infraestructuras seleccionadas.

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

- 6GEN-H1.1. Adquisición y puesta en marcha de equipos de medida e instrumentación estratégica, para poder tener mayor visibilidad y control sobre el entorno experimental.
- 6GEN-H1.2. Desplegar una RAN outdoor con 4 celdas en banda n77 en la ubicación del Campus Nord, que permita la investigación en Control y gestión de RAN y Conectividad disruptiva inalámbrica.
- 6GEN-H1.3. Despliegue de una infraestructura para investigación en O-RAN en el lab Nexus, consistente en un nodo O-RAN de alto rendimiento de diseño y construcción propias, superficies inteligentes reconfigurables y varios tipos de UE, con el fin de permitir la investigación en redes abiertas inteligentes y superficies reconfigurables.
- 6GEN-H1.4. Adquirir y poner en marcha una red 5G comercial indoor en el laboratorio y oficinas de i2CAT en el edificio Nexus. La red consistirá en 3 estaciones base en las bandas n77 y n278 y un core 5G comercial; permitiendo así ganar escalabilidad y rendimiento en todos los experimentos en los que el core esté involucrado (comparado con el caso de cores 5G de código abierto como los que i2CAT utiliza hoy en día).
- 6GEN-H1.5. Adquisición, despliegue y puesta en marcha de una infraestructura de red programable por software a través del lenguaje P4, con nodos en el laboratorio del Nexus y el CPD del Omega. Se mejorará de este modo las capacidades de investigación en redes de transporte inteligentes, un habilitador del 6G.
- 6GEN-H1.6. Adquisición, despliegue y puesta en marcha servidores MEC en la RAN outdoor (1.1) y servidores Edge en el laboratorio del Nexus, integrados con los servidores Edge

existentes para crear una infraestructura de Cloud continuum, gobernada por un software de gestión de clusters de contenedores.

- 6GEN-H1.7. Extensión del testbed NTN con el emulador de canal RF y plataformas de acceso a constelaciones de satélite en varios niveles (LEO, MEO, GEO), mejorando la capacidad de investigación en redes NTN.
- 6GEN-H1.8. Refuerzo de la infraestructura IoT existente a través de la instalación de setups para tecnologías de posicionamiento híbridas (Visible Light Communications, GPS-RTK, UWB) la compra de licencias de software para mejorar la capacidad de desarrollo de prototipos de UEs y de plataformas que permitan automatizar el desarrollo de experimentos con movilidad.
- 6GEN-H1.9. Refuerzo de la infraestructura V2X existente a través de la instalación de Road Side Units (RSUs) en el edificio Nexus, la adquisición de servidores Edge para desarrollo y ejecución de aplicaciones V2X, la compra de OBUS para embarcar en vehículos y la de plataformas robóticas para poder verificar y evaluar desarrollos tanto en localizaciones indoor como outdoor.
- 6GEN-H1.10. Despliegue de una infraestructura de realidad eXtendida distribuida, ampliando a 3 las ubicaciones, dotando de conectividad 5G a Vilanova, añadiendo capacidad de computación edge a los 3 nodos, mejorando las herramientas de generación y procesado de contenido XR, y adquiriendo UEs XR con conectividad 5G.
- 6GEN-H1.11. Mejora de las capacidades del laboratorio de Ciberseguridad, con i) capacidades de hacking de redes 5G+/6G; y ii) con capacidades de análisis y clasificación de tráfico en redes 5G+/6G, además de la posterior detección, clasificación y remediación de amenazas.

### 3. Objeto del contrato o necesidad a cubrir

El presente pliego tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas que regirán la realización de las prestaciones como parte del proyecto “6GEN (6G rEsearch iNfrastructure)”, 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 en actividades relacionadas con el Paquete de Trabajo 3 (PT3) del proyecto “6GEN (6G rEsearch iNfrastructure)”. El PT3 tiene los siguientes objetivos:

1. Adquirir los distintos equipos necesarios para cada uno de los componentes individuales de la infraestructura 6GEN (actividades A3.1 - A3.11).
2. Instalar y poner en marcha los distintos equipos, integrándose en el seno de cada componente individual de 6GEN.
3. Validar el correcto funcionamiento y operación de cada componente individual a través de experimentos de prueba diseñados para tal fin.
4. Durante la Fase 2, implementar las modificaciones oportunas especificadas por Paquete de Trabajo 4 (PT4) para permitir la integración de todos los componentes en una única infraestructura coherente.
5. Corregir errores o defectos detectados durante las pruebas de validación de la infraestructura completa llevada a cabo en el PT4.

El paquete de trabajo 3 contempla 11 actividades de las cuales forman parte del objeto de este contrato las actividades A3.1, A3.2, A3.3, A3.4, A3.5, A3.6, A3.7, A3.8, A3.9, A3.10 y A3.11.

### **Actividad A3.1: Equipos comunes: medida, instrumentación y UEs**

Esta actividad es la encargada de los equipos comunes a los distintos componentes individuales de 6GEN: equipos e instrumentación de medida y una variedad de terminales avanzados (UEs) con conectividad 5G. Estos equipos comunes permitirán dar un salto de calidad a la infraestructura 6GEN: por una parte, ofrecerán un grado de visibilidad y control de los experimentos mucho más elevados del que i2CAT tiene hoy en día en su infraestructura experimental; y por otra parte permitirán aumentar la escalabilidad de las pruebas y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

### **Actividad A3.2: Radio Access Network: celdas outdoor**

La infraestructura RAN outdoor del campus Nord capacitará a los investigadores para llevar a cabo actividades de I+D en torno al control y gestión de RANs, RAN slicing u optimización de RAN entre otros. Además, es un elemento central de la infraestructura, que permitirá dar conectividad 5G avanzada para experimentos de cloud continuum, IoT, NTN, V2X o ciberseguridad. La RAN outdoor está compuesta por 4 celdas, 2 de ellas situadas en el tejado del edificio Nexus y otras 2 en las farolas de URBSENSE. En cuanto al espectro radioeléctrico, se utilizará espectro experimental del ministerio y se evaluará la viabilidad de usar espectro en modalidad de autoprestación. Cada una de las 4 celdas contará con los siguientes elementos:

- 1 estación base outdoor comercial u de código abierto en la banda n77 (2 celdas dispondrán de una estación base comercial y 2 de una estación base de código abierto).
- 1 servidor de tamaño reducido para ejecutar tareas de configuración y gestión de la RAN.
- 1 switch outdoor Ethernet de 16 puertos 10 GbE y uplink de 100 GbE, incluyendo 8 módulos SFP.
- Conectividad por fibra óptica al laboratorio del Nexus o al CPD del edificio Omega.

### **Actividad A3.3: Infraestructura O-RAN y disruptive wireless**

La infraestructura O-RAN permitirá investigar nuevos algoritmos de gestión de recursos basados en Inteligencia Artificial para equipos de red O-RAN. La infraestructura permitirá el desarrollo de una estación base O-RAN construida a partir de hardware estándar y software de código abierto. Se podrán programar diversos algoritmos en el nodo, y probar su eficacia y rendimiento en diferentes configuraciones: RAN aislada con UEs emulados; RAN indoor con UEs emulados y/o reales; RAN outdoor con UEs emulados y/o reales. Finalmente, la infraestructura también contará con elementos inalámbricos disruptivos, muy prometedores para las futuras comunicaciones 6G: superficies inteligentes reconfigurables (RIS, Reconfigurable Intelligent Surfaces).

### **Actividad A3.4: Mobile core network con celdas indoor**

El mobile core network con celdas indoor es una red 5G comercial completa que permitirá a los investigadores aumentar de manera significativa el alcance, la escalabilidad y el rendimiento de los experimentos a realizar. En la actualidad, la Fundació i2CAT utiliza cores 5G de código abierto, que están muy limitados en cuanto a: i) la cantidad de UEs que pueden soportar; ii) el número de conexiones simultáneas; iii) la velocidad de los datos de cada conexión individual; iv) la latencia experimentada por los UEs; v) los handovers que se pueden ejecutar de manera simultánea o vi) el tiempo necesario para ejecutar un handover.

### **Actividad A3.5: Infraestructura de red programable**

La infraestructura de red programable permite definir el comportamiento de equipos de red de altas prestaciones a través del lenguaje de programación P4. Los investigadores pueden probar algoritmos de reenvío y planificación de paquetes para permitir el “network slicing” a nivel de los enlaces de backhaul o transporte; desarrollar esquemas de balanceo de carga embebidos en la red para optimizar la distribución de tráfico entre instancias de CNFs o VNFs (por ejemplo, de un core de red basado en arquitectura de servicios) y otros muchos temas.

### **Actividad A3.6: Cloud continuum: Del Far-Edge al Cloud**

El componente “Cloud continuum lab” permite a los investigadores optimizar el emplazamiento dinámico de funciones y aplicaciones de red virtualizadas y/o “cloud-native” en los recursos disponibles en distintos segmentos de la infraestructura: “Far Edge”, “Edge”, el núcleo de la red y Clouds de proveedores externos.

### **Actividad A3.7: Infraestructura Non Terrestrial Network, NTN**

La infraestructura NTN proporciona equipos y herramientas para emular o simular los segmentos de tierra, espacio y servicios de redes no terrestres. Las plataformas de satélite se podrán conectar unas a otras o a la estación de tierra a través de un emulador de canales RF; emulador que también es capaz de emular los enlaces entre dispositivos IoT (sensores / actuadores) conectados a los satélites utilizando los protocolos LoRa o NB-IoT. Las estaciones de tierras se conectan al núcleo de la red NTN y a su sistema de gestión (que incluye un orquestador de recursos).

### **Actividad A3.8 Infraestructura Internet of Things, IoT**

La Fundació i2CAT pretende mejorar las capacidades de su infraestructura y equipos para la implementación, desarrollo y validación de prototipos y pilotos IoT. Por un lado, las licencias de software facilitarán el diseño e implementación de los dispositivos desde la electrónica hasta la capa de aplicación. Por otro lado, los equipos de medida favorecerán la validación de la investigación realizada en el ámbito de la optimización energética y harvesting, aspectos claves en un contexto IoT. Por último, la incorporación de robots y equipos móviles a la infraestructura proporcionará una plataforma experimental flexible para el testeo de soluciones de inteligencia cooperativa y distribuida, arquitecturas malladas y comunicación entre vehículos.

### **Actividad A3.9: Infraestructura de comunicaciones vehiculares, V2X**

La infraestructura para la experimentación con comunicaciones vehiculares permite trabajar tanto con la parte del vehículo, como con la parte de infraestructura de red. Al inicio del proyecto, i2CAT cuenta con 3 RoadSide Units (RSUs) desplegadas en la zona del 22@ en Barcelona.

### **Actividad A3.10: Infraestructura distribuida de realidad extendida, XR**

La infraestructura distribuida de realidad extendida permitirá acelerar la investigación tanto en tecnologías de holo conferencia - una de las especialidades de i2CAT - como en tecnologías de red de 5G avanzado y 6G, ya que esta infraestructura ofrecerá casos de uso ideales para validar el rendimiento y mejoras alcanzadas por los nuevos desarrollos en tecnologías 5G+ y 6G. Partiendo del actual laboratorio de realidad extendida situado en Vilanova, esta actividad mejorará las capacidades del laboratorio actual y creará dos nodos con capacidades XR más, uno en el laboratorio del Nexus y otro en las instalaciones del Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació de la Generalitat (CTTI).

### **Actividad A3.11: Ciberseguridad**

El laboratorio de ciberseguridad permitirá a los investigadores lanzar ataques al plano de datos de una red 5G, así como también a los planos de control y gestión. Al mismo tiempo, permitirá adoptar la perspectiva de un centro de operaciones de seguridad (SOC, Security Operations Center), dando a los investigadores la capacidad de monitorizar el tráfico de la red, clasificarlo, detectar ataques potenciales (usando infraestructura y técnicas de inteligencia artificial) y mitigarlos activando determinadas acciones. La infraestructura SOC permite i) capturar grandes volúmenes de tráfico para el entrenamiento de algoritmos de IA; ii) proporcionar dos niveles de clasificación de tráfico y detección de amenazas, uno online y el otro offline.

**El presente contrato tiene como objeto contribuir al desarrollo de las actividades A3.1, A3.2, A3.3, A3.4, A3.5, A3.6, A3.7, A3.8, A3.9, A3.10 y A3.11 del paquete de trabajo 3 de 6GEN, a través del suministro de múltiples equipos de computación y comunicaciones para su**

**instalación en los distintos componentes individuales de la infraestructura experimental 6GEN y su posterior puesta en marcha.** Con el fin de conseguir ambas actividades, este contrato se divide en quince lotes, para los cuales se identifican los objetivos detallados a continuación.

**Objeto del lote 1: Suministro, configuración y puesta en marcha de una solución de testing de RAN Intelligent Controllers (RICs) - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 1 consiste en el suministro, configuración y puesta en marcha de una solución de testing de RAN Intelligent Controllers (RICs). Esta solución debe permitir la emulación de nodos de redes de acceso radio (RAN) que cumplan con los estándares O-RAN, con la finalidad de facilitar la evaluación de las funcionalidades de near-real time RIC y non real-time RIC a múltiples escalas.

**Objeto del lote 2: Suministro de equipos de computación y componentes relacionados - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 2 consiste en el suministro de una variedad de equipos de computación y componentes relacionados. Concretamente, se requerirá el suministro de veintitrés (23) servidores enrancables, tres (3) servidores de torre, veintinueve (29) discos SSD, cinco (5) ordenadores portátiles, cinco (5) tarjetas de red inteligentes, tres (3) Single Board Computers de formato encastado, un (1) barebone, un (1) barebone industrial, dos (2) mini-PCs, un (1) módulo de seguridad hardware y dos (2) kits de desarrollo de aplicaciones para coche autónomo y conectado.

**Objeto del lote 3: Suministro de equipos de conmutación de nivel 2 programables a través del lenguaje P4 - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 3 consiste en el suministro de cinco (5) equipos de conmutación de nivel 2 programables a través del lenguaje P4. Tres de estos equipos se dedicarán a la investigación de las redes de transporte programables, uno a la investigación de redes radio de acceso abierto y el último a la investigación de la detección y mitigación de ciberataques en las futuras redes 5G+/6G.

**Objeto del lote 4: Suministro de un emulador de canales de radio, de un analizador de espectro de microondas portátil y de un osciloscopio - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 4 consiste en el suministro de tres (3) equipos RF:

- Un (1) emulador de canales de radio para su utilización en un entorno de investigación de redes no terrestres (NTN). Este equipo se dedicará a la emulación de los efectos de canal entre satélites y nodos terrestres, y también entre satélites. Esto permitirá investigar mejoras en los protocolos de acceso radio (i.e. UE con satélites), y entornos de discontinuidad (i.e. con payload regenerativas).
- Un (1) analizador de espectro de microondas portátil, para analizar el espectro electromagnético, especialmente orientado a las bandas asignadas a la tecnología 5G. El analizador debe tener un tamaño y volumen adecuado para ser trasladado con facilidad a diversas ubicaciones.
- Un (1) osciloscopio, para el desarrollo y testeo de equipos y cargas útiles destinadas a misiones espaciales, así como en el estudio e investigación de nuevas tecnologías en el laboratorio de comunicaciones cuánticas.

**Objeto del lote 5: Suministro de simuladores de UEs, smartphones y gafas de realidad mixta - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 5 consiste en el suministro de dos simuladores de UEs (User Equipment), para poder llevar a cabo pruebas de funcionalidad y rendimiento de redes 5G NR, NB-IoT y LTE, emulando a centenares de UEs compartiendo el mismo espectro. Además, se quieren adquirir dos (2) smartphones con soporte para Ultra Wide Band (UWB), para el estudio de tecnologías de posicionamiento híbridas; así como dos (2) smartphones para capturar contenido XR y cuatro (4) gafas de realidad mixta.

**Objeto del lote 6: Suministro de prototipos de superficies inteligentes reconfigurables - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 6 consiste en el suministro de cuatro (4) prototipos de superficies inteligentes reconfigurables (RIS, Reconfigurable Intelligent Surfaces), para poder investigar su integración en las futuras redes 6G, en particular en las redes de acceso radio abiertas.

**Objeto del lote 7: Suministro de conmutadores de nivel 2 y de puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 7 consiste en el suministro de tres (3) conmutadores de nivel 2 y de dos (2) puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de la Fundació i2CAT. Los conmutadores se usarán para: i) segmentar el acceso de múltiples usuarios a la infraestructura; ii) para la conectividad de distintos elementos en los laboratorios del Edificio Nexus; y iii) para mejorar la conectividad en el laboratorio XR de Vilanova.

**Objeto del lote 8: Suministro de plataformas dron de última generación y de un enjambre de mini-drones - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 8 consiste en el suministro de dos (2) plataformas dron de última generación y de un (1) enjambre de mini-drones. Los drones se utilizarán para poder investigar la interacción entre UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) a través de redes 5G+/6G. Una de las plataformas dron se utilizará para investigación y experimentación en tecnologías V2X, usando vehículos aéreos no tripulados.

**Objeto del lote 9: Suministro de una licencia permanente del software Matlab - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 9 consiste en el suministro de una (1) licencia permanente del software Matlab, para poder desarrollar algoritmos de compartición de recursos en redes de acceso de radio virtualizadas y abiertas.

**Objeto del lote 10: Suministro de una licencia permanente de un software de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 10 consiste en el suministro de una (1) licencia permanente de un software de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores, para poder gobernar de forma centralizada la infraestructura del *Cloud Continuum Lab*.

**Objeto del Lote 11: Suministro de robots ligeros y una plataforma robótica - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 11 consiste en el suministro de cuatro (4) robots ligeros y una (1) plataforma robótica. Dos de los cuatro robots ligeros se usarán para comunicaciones entre robots utilizando distintos protocolos IoT. Los otros dos robots ligeros servirán para poder emular vehículos más grandes y

experimentar con tecnologías V2X tanto en despliegues indoor como outdoor. La plataforma robótica permitirá preparar y ejecutar experimentos repetibles con movilidad usando la misma trayectoria de forma automática.

**Objeto del Lote 12: Suministro de un switch fronthaul con soporte para sincronización de tiempo - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 12 consiste en el suministro de un (1) switch fronthaul con soporte para sincronización de tiempo, para conectar las cabeceras radio de las estaciones base O-RAN con las unidades distribuidas (DU, Distributed Units).

**Objeto del Lote 13: Suministro de medidores de potencia y consumo eléctricos - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 13 consiste en el suministro de dos (2) medidores de potencia y consumo eléctricos para impulsar la investigación relacionada con la minimización del consumo eléctrico en dispositivos IoT y tecnologías de vehículo conectado.

**Objeto del Lote 14: Suministro de dispositivos USRP (Universal Software Radio Peripheral) - Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 14 consiste en el suministro de tres (3) dispositivos Universal Software Radio Peripheral (USRP) para la investigación y el desarrollo de tecnologías de la red de acceso radio (RAN, Radio Access Network) de redes 5G avanzadas y 6G.

**Objeto del Lote 15: Suministro de estaciones base 5G outdoor, en banda n77- Proyecto 6GEN (6G rEsearch iNfrastructure) (TSI-064100-2022-27)**

El objeto del lote 15 consiste en el suministro de dos (2) estaciones base 5G outdoor en banda n77, para llevar a cabo actividades de I+D en torno al control y gestión de RANs, RAN slicing u optimización de RAN entre otros. Además, serán un elemento central de la infraestructura, que permitirá dar conectividad 5G avanzada para experimentos de cloud continuum, IoT, NTN, V2X o ciberseguridad.

#### **4. Actividades y funciones del contratista**

Las funciones que deben asumir los contratistas se dividen en una serie de actividades del PT3 dentro de cada lote. Dichas actividades y funciones son las siguientes:

##### **a. Actividades y funciones del contratista del lote 1**

**i.6GEN-L1-P3-A3.3: Infraestructura O-RAN y disruptive wireless.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de una solución software para la evaluación de funcionalidades near real-time y non real-time de RAN Intelligent Controllers (RICs): L1.RICT.
- Activación de las licencias permanentes de software necesarias para poder ejecutar dichas soluciones de RIC testing.
- Soporte a la instalación, configuración inicial y validación de la solución de RIC testing.

- Servicios de formación in-situ, para permitir a los operadores de la plataforma e investigadores adquirir las competencias necesarias para poder hacer un manejo adecuado de la solución de RIC testing.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 1 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### b. Actividades y funciones del contratista del lote 2

**i.6GEN-L2-P3-A3.3: Infraestructura O-RAN y disruptive wireless.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un servidor enracoble con CPU vRAN, para prototipos de nodos Open RAN: *L2.ORANCPU*.
- Suministro de un servidor servidor enracoble con GPU optimizada para vRAN, para prototipos de nodos Open RAN: *L2.ORANGPU*.
- Suministro de dos smart NICs de alto rendimiento, capaces de procesar tráfico a 100 Gbps, para prototipos de nodos Open RAN: *L2.SNICSRAN*.
- Suministro de un servidor enracoble para instalar y ejecutar la solución de RIC testing del lote 1: *L2.RICTEST*.

**ii. 6GEN-L14-P3-A3.4: Mobile core network con celdas indoor.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un servidor enracoble de alto rendimiento con capacidad de alojar una GPU. Este servidor se destinará a ejecutar simulaciones de protocolos de comunicación relacionados con el 5G avanzado y 6G: *L2.SIMRED*.
- Suministro de un servidor enracoble con GPUs para simulaciones con ns3 y entrenamiento de algoritmos de IA: *L2.NS3IA*.
- Suministro de un barebone industrial con conectividad 5G, para experimentar con tecnologías 5G avanzadas y 6G en escenarios de industria 4.0 / 5.0: *L2.INBB*.
- Suministro de dos miniPCs de altas prestaciones, para actuar como CPEs (Customer Premises Equipment) en redes 5G avanzadas y 6G: *L2.MINIPC*.

**iii. 6GEN-L2-P3-A3.5: Infraestructura de red programable.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de tres smart NICs programables: *L2.SNICSNET*.

**iv. 6GEN-L2-P3-A3.6: Cloud continuum: Del Far-Edge al Cloud.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos servidores Edge enracobles, para aplicaciones MEC (Multi-Access Edge Computing): *L2.MEC*.
- Suministro de un servidor enracoble con GPUs para la ejecución de funciones de red virtuales: *L2.VNF SERVER*.

- Suministro de dos servidores enracobles para nodos de computación del Cloud de i2CAT: *L2.CLOUDCOMP*.
- Suministro de tres servidores enracobles para nodos controladores del Cloud de i2CAT: *L2.CLOUDCON*.
- Suministro de un servidor enracoble de almacenaje para el clúster de HPC de i2CAT (High Performance Computing): *L2.HPCSTOR*.
- Suministro de cinco discos SSD de almacenaje de 15 TB NVMe para el clúster de HPC de i2CAT: *L2.DISKS2*.
- Suministro de nueve discos SSD de almacenaje de 8 TB SATA para el Cloud de i2CAT: *L2.DISKS3*.

v. **6GEN-L2-P3-A3.9: Infraestructura de comunicaciones vehiculares, V2X.**

Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un servidor enracoble de alto rendimiento con capacidad de alojar una GPU. Este servidor se destinará a ejecutar simulaciones de protocolos V2X: *L2.SIMRED*.
- Suministro de un servidor de torre para simulaciones de protocolos V2X: *L2.V2XSIM*.
- Suministro de dos kits de desarrollo de aplicaciones para coche autónomo y conectado: *L2.V2XKIT*.

vi. **6GEN-L2-P3-A3.10: Infraestructura distribuida de realidad extendida, XR.**

Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos servidores edge enracobles para procesar tráfico de de realidad extendida (XR): *L2.XRSERVER*.
- Suministro de un servidor enracoble con GPUs para alojar software de Multi Conference Unit (MCU): *L2.XRMCU*.
- Suministro de dos servidores de torre para nodos de holoconferencia: *L2.HOLO*.
- Suministro de cinco portátiles de alto rendimiento para trabajar con realidad virtual en experimentos y demostraciones: *L2.LAPTOP*.
- Suministro de tres Single Board Computers (SBCs) de alto rendimiento en formato empotrado para servicios XR edge-assisted y para pipelines de procesamiento distribuido y sincronización multicámara: *L2.SBC*.
- Suministro de un barebone para el procesado de video holográfico: *L2.BB*.

vii. **6GEN-L2-P3-A3.11: Ciberseguridad.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un servidor enracoble con SmartNIC para lanzar ciberataques: *L2.ATTACK*.
- Suministro de dos servidores de alto rendimiento para entrenar y ejecutar algoritmos de Inteligencia Artificial que permitan hacer un análisis profundo del tráfico y detectar amenazas: *L2.IATRAIN*.
- Suministro de dos servidores enracobles para entrenar y ejecutar algoritmos de IA de detección y prevención de ciberamenazas: *L2.CYBEDGE*.

- Suministro de quince discos de almacenamiento de 2 TBytes de capacidad: *L2.DISKS1*.
- Suministro de un módulo de seguridad hardware en formato PCI-E para ejecutar código en un entorno protegido: *L2.CYBMOD*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 2 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas..

#### c. Actividades y funciones del contratista del lote 3

**i.6GEN-L3-P3-A3.3: Infraestructura O-RAN y disruptive wireless.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un conmutador de nivel 2 con 32 puertos de 100 Gbps programable con el lenguaje P4. El equipo se dedicará a la experimentación con implementaciones propias de nodos O-RAN: *L3.P4SWITCH*, *L3.SFP*, *L3.CABLES*.

**ii. 6GEN-L3-P3-A3.5: Infraestructura de red programable.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de tres conmutadores de nivel 2 con 32 puertos de 100 Gbps programables con el lenguaje P4. El equipo se dedicará a la experimentación con redes de transporte programables: *L3.P4SWITCH*, *L3.SFP*, *L3.CABLES*.

**iii. 6GEN-L3-P3-A3.11: Ciberseguridad.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un conmutador de nivel 2 con 32 puertos de 100 Gbps programable con el lenguaje P4. El equipo se dedicará a la experimentación para poder analizar, clasificar y aislar tráfico de red según su nivel de amenaza: *L3.P4SWITCH*, *L3.SFP*, *L3.CABLES*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 3 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### d. Actividades y funciones del contratista del lote 4

**i.6GEN-L5-P3-A3.1: Equipos comunes: medidas, instrumentación y UEs.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un analizador de espectro de microondas portátil: *L4.ASPEC*.
- Suministro de un osciloscopio: *L4.OSC*.
- Soporte a la instalación, configuración inicial y validación de los equipos.
- Servicios de formación in-situ, para permitir a los operadores de los equipos e investigadores adquirir las competencias necesarias para poder hacer un manejo adecuado de la solución.

ii. **6GEN-L4-P3-A3.7: Infraestructura Non Terrestrial Network, NTN.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un emulador de canales de satélite; para emular los canales radio de comunicaciones entre satélites y enlaces de tierra, así como los enlaces entre satélites: *L4.EMUC*.
- Soporte a la instalación, configuración inicial y validación del equipo.
- Servicios de formación in-situ, para permitir a los operadores de los equipos e investigadores adquirir las competencias necesarias para poder hacer un manejo adecuado de la solución.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 4 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### e. Actividades y funciones del contratista del lote 5

##### i.6GEN-L5-P3-A3.1: Equipos comunes: medidas, instrumentación y UEs.

Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos simuladores de UEs; para poder llevar a cabo pruebas de funcionalidad y rendimiento de redes 5G NR, NB-IoT y LTE, emulando a centenares de UEs compartiendo el mismo espectro: *L5.UESIM*.
- Soporte a la instalación, configuración inicial y validación de los simuladores de UEs.
- Servicios de formación in-situ, para permitir a los operadores de los equipos e investigadores adquirir las competencias necesarias para poder hacer un manejo adecuado de los simuladores de UEs.

ii. **6GEN-L5-P3-A3.8: Infraestructura Internet of Things (IoT).** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos smartphones (1 Android y el otro iOS) con soporte para Ultra Wide Band (UWB), para el estudio de tecnologías de posicionamiento híbridas: *L5.UEUWB*.

iii. **6GEN-L5-P3-A3.10: Infraestructura distribuida de realidad extendida, XR.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de cuatro gafas de realidad mixta: *L5.MRGASSES*.
- Suministro de dos smartphones para la captura de contenido XR: *L5.UEXR*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 5 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### f. Actividades y funciones del contratista del lote 6

##### i.6GEN-L6-P3-A3.3: Infraestructura O-RAN y disruptive wireless.

Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de cuatro prototipos de superficies inteligentes reconfigurables, para investigar sus capacidades en distintos casos de uso así como su inclusión en las futuras redes radio 5G+/6G: *L6.RIS*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 6 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### **g. Actividades y funciones del contratista del lote 7**

##### **i.6GEN-L5-P3-A3.1: Equipos comunes: medidas, instrumentación y UEs.**

Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos equipos de commutación de nivel 2, integrables en la arquitectura de security fabric de i2CAT: *L7.CONMSEC*.
- Suministro de un punto de acceso WiFi, integrable en la arquitectura de security fabric de i2CAT: *L7.APSEC*.

##### **ii. 6GEN-L7-P3-A3.10: Infraestructura distribuida de realidad extendida, XR.**

Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de un equipo de commutación de nivel 2, integrable en la arquitectura de security fabric de i2CAT: *L7.CONMSEC*.
- Suministro de un punto de acceso WiFi, integrable en la arquitectura de security fabric de i2CAT: *L7.APSEC*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 7 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### **g. Actividades y funciones del contratista del lote 8**

##### **i.6GEN-L8-P3-A3.3: Infraestructura O-RAN y disruptive wireless.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de una plataforma dron de última generación y de un enjambre de mini-drones. Los drones se utilizarán para poder investigar la interacción entre UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) a través de redes 5G+/6G: *L8.DRON*, *L8.SWARM*.

##### **ii. 6GEN-L8-P3-A3.9: Infraestructura de comunicaciones vehiculares, V2X.**

Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de una plataforma dron de última generación. La plataforma dron se utilizará para investigación y experimentación en tecnologías V2X, usando vehículos aéreos no tripulados: *L8.DRON*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 8 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### **h. Actividades y funciones del contratista del lote 9**

**i.6GEN-L9-P3-A3.3: Infraestructura O-RAN y disruptive wireless.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de una licencia del software Matlab, para desarrollar y evaluar el rendimiento de algoritmos de alocación de recursos en redes radio de acceso abierto: *L9.MATLAB*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 9 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

**i. Actividades y funciones del contratista del lote 10****i.6GEN-L10-P3-A3.6: Cloud continuum: Del Far-Edge al Cloud.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de una licencia permanente de un software de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores: *L10.KUBCON*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 10 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

**j. Actividades y funciones del contratista del lote 11****i.6GEN-L11-P3-A3.8: Infraestructura Internet of Things (IoT).** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos robots ligeros para comunicaciones entre robots utilizando distintos protocolos IoT: *L11.ROVER*, *L11.INDOOR*.
- Suministro de una plataforma robótica para poder preparar y ejecutar experimentos con movilidad repetibles usando la misma trayectoria de forma automática: *L11.PLATFORM*.

**ii. 6GEN-L11-P3-A3.9: Infraestructura de comunicaciones vehiculares, V2X.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos robots ligeros para poder emular vehículos más grandes y experimentar con tecnologías V2X tanto en despliegues indoor como outdoor: *L11.ROVER*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 11 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

**k. Actividades y funciones del contratista del lote 12****i.6GEN-L12-P3-A3.3: Infraestructura O-RAN y disruptive wireless.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de 1 fronthaul switch con soporte para sincronización de tiempo: *L12.FS*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 12 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### I. Actividades y funciones del contratista del lote 13

iii. **6GEN-L13-P3-A3.1: Equipos comunes: medidas, instrumentación y UEs.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos analizadores de potencia y consumo eléctricos, para analizar los patrones de consumo de una variedad de dispositivos: *L13.POWAN*.
- Soporte a la instalación, configuración inicial y validación de los equipos.
- Servicios de formación in-situ, para permitir a los operadores de los equipos e investigadores adquirir las competencias necesarias para poder hacer un manejo adecuado de la solución.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 13 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### m. Actividades y funciones del contratista del lote 14

iv. **6GEN-L14-P3-A3.4: Mobile core network con celdas indoor.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de tres dispositivos USRP (Universal Software Radio Peripheral) para la investigación y el desarrollo de tecnologías de la red de acceso radio (RAN, Radio Access Network) de redes 5G avanzadas y 6G indoor: *L14.USRPROD, L14.USRPDEV*.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 14 especificadas en el presente pliego y en el pliego de cláusulas administrativas particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

#### n. Actividades y funciones del contratista del lote 15

v. **6GEN-L15-P3-A3.2: Radio access network: celdas outdoor.** Dentro de esta actividad, el contratista llevará a cabo las siguientes funciones:

- Suministro de dos (2) estaciones base 5G outdoor en banda n77, para llevar a cabo actividades de I+D en torno al control y gestión de RANs, RAN slicing u optimización de RAN entre otros. Además serán un elemento central de la infraestructura, que permitirá dar conectividad 5G avanzada para experimentos de cloud continuum, IoT, NTN, V2X o ciberseguridad. Cada estación base consta de cabezal de radio remoto (*L15.RRH*), antena (*L15.ANTENA*) y el elemento que implementa las funciones de gNodeB (*L15.GNODEB*).

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones referentes al lote 15 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:

### a. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 1

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 1 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

*Objetivo 1.3.* Desplegar una infraestructura para investigación en O-RAN en el laboratorio Nexus, consistente en un nodo O-RAN de alto rendimiento de diseño y construcción propias, un RIC Tester, superficies inteligentes reconfigurables y varios tipos de UE, con el fin de permitir la investigación en redes abiertas inteligentes y superficies reconfigurable.

### b. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 2

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 2 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

*Objetivo 1.3.* Desplegar una infraestructura para investigación en O-RAN en el lab Nexus, consistente en un nodo O-RAN de alto rendimiento de diseño y construcción propias, un RIC Tester, superficies inteligentes reconfigurables y varios tipos de UE, con el fin de permitir la investigación en redes abiertas inteligentes y superficies reconfigurable.

*Objetivo 1.4.* Adquirir y poner en marcha una red 5G comercial indoor en el laboratorio y oficinas de i2CAT en el edificio Nexus. La red consistirá en 3 estaciones base en las bandas n77 y n278 y un core 5G comercial; permitiendo así ganar escalabilidad y rendimiento en todos los experimentos en los que el core esté involucrado (comparado con el caso de cores 5G de código abierto como los que i2CAT utiliza hoy en día).

*Objetivo 1.5.* Adquirir, desplegar y poner en marcha una infraestructura de red programable por software a través del lenguaje P4, con nodos en el laboratorio del Nexus y el CPD del Omega. Se mejorará de este modo las capacidades de investigación en redes de transporte inteligentes, un habilitador del 6G.

*Objetivo 1.6.* Adquirir, desplegar y poner en marcha servidores MEC en la RAN outdoor (1.1) y servidores Edge en el laboratorio del Nexus, integrados con los servidores Edge existentes para crear una infraestructura de Cloud continuum, gobernada por un software de gestión de clusters de contenedores.

*Objetivo 1.9.* Reforzar la infraestructura V2X existente a través de la instalación de Road Side Units (RSUs) en el edificio Nexus, la adquisición de servidores Edge para desarrollo y ejecución de aplicaciones V2X, la compra de OBUs para embarcar en vehículos y la de plataformas robóticas para poder verificar y evaluar desarrollos tanto en localizaciones indoor como outdoor.

Objetivo 1.10. Desplegar una infraestructura de realidad eXtendida distribuida, ampliando a 3 las ubicaciones (añadiendo CTTI y el laboratorio del Nexus a la ubicación actual de Vilanova-Neápolis), dotando de conectividad 5G a Vilanova, añadiendo capacidad de computación edge a los 3 nodos, mejorando las herramientas de generación y procesado de contenido XR, y adquiriendo UEs XR con conectividad 5G.

Objetivo 1.11. Mejorar las capacidades del laboratorio de Ciberseguridad, con i) capacidades de hacking de redes 5G+/6G; y ii) con capacidades de análisis y clasificación de tráfico en redes 5G+/6G, además de la posterior detección, clasificación y remediación de amenazas.

#### c. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 3

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 3 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.3. Desplegar una infraestructura para investigación en O-RAN en el lab Nexus, consistente en un nodo O-RAN de alto rendimiento de diseño y construcción propias, un RIC Tester, superficies inteligentes reconfigurables y varios tipos de UE, con el fin de permitir la investigación en redes abiertas inteligentes y superficies reconfigurable.

Objetivo 1.5. Adquirir, desplegar y poner en marcha una infraestructura de red programable por software a través del lenguaje P4, con nodos en el laboratorio del Nexus y el CPD del Omega. Se mejorará de este modo las capacidades de investigación en redes de transporte inteligentes, un habilitador del 6G.

Objetivo 1.11. Mejorar las capacidades del laboratorio de Ciberseguridad, con i) capacidades de hacking de redes 5G+/6G; y ii) con capacidades de análisis y clasificación de tráfico en redes 5G+/6G, además de la posterior detección, clasificación y remediación de amenazas.

#### d. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 4

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 4 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.7. Completar el testbed NTN con el emulador de canal RF y plataformas de acceso a constelaciones de satélite en varios niveles (LEO, MEO, GEO), mejorando la capacidad de investigación en redes NTN.

#### e. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 5

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 5 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.1. Adquirir y poner en marcha equipos de medida e instrumentación estratégica, para poder tener mayor visibilidad y control sobre el entorno experimental.

Objetivo 1.8. Reforzar la infraestructura IoT existente a través de la instalación de setups para tecnologías de posicionamiento híbridas (Visible Light Communications, GPS-RTK, UWB) la compra de licencias de software para mejorar la capacidad de

desarrollo de prototipos de UEs y de plataformas que permitan automatizar el desarrollo de experimentos con movilidad.

Objetivo 1.10. Desplegar una infraestructura de realidad eXtendida distribuida, ampliando a 3 las ubicaciones (añadiendo CTTI y el laboratorio del Nexus a la ubicación actual de Vilanova-Neápolis), dotando de conectividad 5G a Vilanova, añadiendo capacidad de computación edge a los 3 nodos, mejorando las herramientas de generación y procesado de contenido XR, y adquiriendo UEs XR con conectividad 5G.

**f. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 6**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 6 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.3. Desplegar una infraestructura para investigación en O-RAN en el lab Nexus, consistente en un nodo O-RAN de alto rendimiento de diseño y construcción propias, un RIC Tester, superficies inteligentes reconfigurables y varios tipos de UE, con el fin de permitir la investigación en redes abiertas inteligentes y superficies reconfigurable.

**g. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 7**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 7 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.1. Adquirir y poner en marcha equipos de medida e instrumentación estratégica, para poder tener mayor visibilidad y control sobre el entorno experimental.

Objetivo 1.10. Desplegar una infraestructura de realidad eXtendida distribuida, ampliando a 3 las ubicaciones (añadiendo CTTI y el laboratorio del Nexus a la ubicación actual de Vilanova-Neápolis), dotando de conectividad 5G a Vilanova, añadiendo capacidad de computación edge a los 3 nodos, mejorando las herramientas de generación y procesado de contenido XR, y adquiriendo UEs XR con conectividad 5G.

**h. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 8**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 8 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.3. Desplegar una infraestructura para investigación en O-RAN en el laboratorio Nexus, consistente en un nodo O-RAN de alto rendimiento de diseño y construcción propias, un RIC Tester, superficies inteligentes reconfigurables y varios tipos de UE, con el fin de permitir la investigación en redes abiertas inteligentes y superficies reconfigurable.

**i. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 9**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 9 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.3. Desplegar una infraestructura para investigación en O-RAN en el laboratorio Nexus, consistente en un nodo O-RAN de alto rendimiento de diseño y construcción propias, un RIC Tester, superficies inteligentes reconfigurables y varios tipos de UE, con el fin de permitir la investigación en redes abiertas inteligentes y superficies reconfigurable.

Objetivo 1.9. Reforzar la infraestructura V2X existente a través de la instalación de Road Side Units (RSUs) en el edificio Nexus, la adquisición de servidores Edge para desarrollo y ejecución de aplicaciones V2X, la compra de OBUs para embarcar en vehículos y la de plataformas robóticas para poder verificar y evaluar desarrollos tanto en localizaciones indoor como outdoor.

**j. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 10**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 10 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.6. Adquirir, desplegar y poner en marcha servidores MEC en la RAN outdoor (1.1) y servidores Edge en el laboratorio del Nexus, integrados con los servidores Edge existentes para crear una infraestructura de Cloud continuum, gobernada por un software de gestión de clusters de contenedores.

**k. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 11**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 11 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.8. Reforzar la infraestructura IoT existente a través de la instalación de setups para tecnologías de posicionamiento híbridas (Visible Light Communications, GPS-RTK, UWB) la compra de licencias de software para mejorar la capacidad de desarrollo de prototipos de UEs y de plataformas que permitan automatizar el desarrollo de experimentos con movilidad.

Objetivo 1.9. Reforzar la infraestructura V2X existente a través de la instalación de Road Side Units (RSUs) en el edificio Nexus, la adquisición de servidores Edge para desarrollo y ejecución de aplicaciones V2X, la compra de OBUs para embarcar en vehículos y la de plataformas robóticas para poder verificar y evaluar desarrollos tanto en localizaciones indoor como outdoor.

**l. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 12**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 12 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.3. Desplegar una infraestructura para investigación en O-RAN en el laboratorio Nexus, consistente en un nodo O-RAN de alto rendimiento de diseño y construcción propias, un RIC Tester, superficies inteligentes reconfigurables y varios tipos de UE, con el fin de permitir la investigación en redes abiertas inteligentes y superficies reconfigurable.

**m. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 13**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 13 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.1. Adquirir y poner en marcha equipos de medida e instrumentación estratégica, para poder tener mayor visibilidad y control sobre el entorno experimental.

**n. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 14**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 14 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.4. Adquirir y poner en marcha una red 5G comercial indoor en el laboratorio y oficinas de i2CAT en el edificio Nexus. La red consistirá en 3 estaciones base en las bandas n77 y n278 y un core 5G comercial; permitiendo así ganar escalabilidad y rendimiento en todos los experimentos en los que el core esté involucrado (comparado con el caso de cores 5G de código abierto como los que i2CAT utiliza hoy en día).

**o. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 15**

Las finalidades y objetivos del proyecto 6GEN a los que la realización del lote 15 de este contrato va a contribuir son los siguientes:

Objetivo 1.2. Desplegar una RAN outdoor con 4 celdas en banda n77 en la ubicación del Campus Nord, que permita la investigación en Control y gestión de RAN y Conectividad disruptiva inalámbrica.

**6. Requisitos técnicos generales obligatorios de la prestación y/o rendimiento o exigencias funcionales de la prestación**

La prestación regulada en el presente pliego deberá ajustarse, al menos, a los siguientes requisitos técnicos, indicados para cada uno de los lotes, sin perjuicio de los parámetros a valorar mediante los criterios de adjudicación establecidos.

**o. Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 1**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

Requisitos de la solución para la evaluación de funcionalidades near real-time y non real-time de RAN Intelligent Controllers (L1.RICT)

**Requisito L1.RICT1: Emulación de nodos RAN compatibles con la arquitectura O-RAN**

La solución deberá soportar la emulación de todos los nodos E2 definidos por la especificación O-RAN (O-DU, O-CU, O-CU-CP, O-CU-UP), soportando escenarios y topologías con variabilidad de configuraciones y número de nodos interconectados. También deberá soportar casos sin disagregación, con nodos O-gNB o O-eNB. A continuación, se especifican otras características requeridas relacionadas:

- Soporte de configuraciones 4G y 5G SA.
- Soporte Slicing y CUPS (separación CU en CU-UP y CU-CP).
- Número de nodos E2 soportados: Como mínimo 75.
- Número de celdas soportadas: Como mínimo 250.

**Requisito L1RICT.2: Emulación de UEs y tráfico de usuario**

La solución deberá soportar la emulación de UEs y el tráfico de control y datos asociado. En particular:

- Soporte para configuraciones con múltiples usuarios con diferentes perfiles y patrones de tráfico, incluyendo la emulación de aplicaciones habituales (p.ej., tráfico web, vídeo, audio, llamadas, etc.).
- Número de UEs: Mayor que 10.000.
- Soporte para configuraciones con diferentes localizaciones, patrones de movilidad y de conectividad, tal que impacten a la comunicación con las celdas en el plano de control y de datos.
- Soporte para flujos de datos con QoS/5QI.

#### **Requisito L1.RICT3: Soporte interfaz E2 de O-RAN**

La solución deberá implementar el protocolo E2 para permitir la comunicación de los nodos E2 emulados con plataformas near-RT RICs de terceros compatibles con la especificación O-RAN, permitiendo validar la funcionalidad de estas plataformas, así como de las aplicaciones de control (xApps) asociadas. A continuación, se detallan requisitos relacionados con la implementación de este interfaz:

- Soporte de protocolo E2API: mayor o igual a versión 2.0.
- Soporte Service Model E2 KPM: mayor o igual a versión 2.0.
- Soporte Service Model E2 RC: mayor o igual a versión 1.0.

#### **Requisito L1.RICT4: Soporte interfaz O1 de O-RAN**

La solución deberá implementar el protocolo O1 para permitir la comunicación de los nodos O1 emulados con plataformas SMO/non-RT RICs de terceros compatibles con la especificación O-RAN, permitiendo validar la funcionalidad de estas plataformas, así como de las aplicaciones de control (rApps) asociadas. A continuación, se detallan requisitos relacionados con la implementación de este interfaz:

- Soporte de configuración y monitorización de los nodos mediante interfaz O1.
- Soporte de VNF Event Streaming (VES) para el reporte de medidas o KPMs 3GPP mediante ficheros.

#### **Requisito L1.RICT5: Interfaz de usuario**

La solución deberá incorporar interfaces de usuario que faciliten la configuración, ejecución, monitorización y análisis de resultados de los tests realizados. En particular:

- Interfaz gráfica de usuario (GUI) que permita configurar de forma sencilla los tests a realizar, incluyendo, entre otros: la topología, la configuración de los nodos, la localización de los UEs, los perfiles de tráfico, etc. También deberá permitir visualizar las estadísticas y resultados principales de la emulación.

#### **Requisito L1.RICT6: Solución virtualizada basada en software**

La solución deberá estar basada sólamente en software, permitiendo su despliegue en servidores públicos o privados de forma sencilla mediante alguna solución de virtualización como VMware ESX, KVM, Openstack, AWS o Microsoft Azure.

##### **○ Requisito y/o rendimiento o exigencias del lote 2**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

[Requisitos del servidor de altas prestaciones para nodos O-RAN con CPU vRAN \(L2.ORANCPU\)](#)

### Requisito L2.ORANCPU1: Sistema

El servidor para nodos ORAN con CPU con soporte para vRAN debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4677 (Single Socket E)
- Procesador compatible: Intel Xeon de cuarta o quinta generación
- Chipset: Intel C741
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-RDIMM
- Número de ranuras de memoria: 8
- Número de GPUs soportadas: Hasta 3 GPUs de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 2 discos NVMe de 2.5”
- Número de fuentes de alimentación: 2 fuentes redundantes de 600 W

### Requisito L2.ORANCPU2: Procesador

El servidor para nodos ORAN con CPU con soporte para vRAN debe tener un procesador Intel Xeon Gold 6443N, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 32
- Total de subprocesos: 64
- Frecuencia turbo máxima: 3.6 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.0 GHz
- Caché: 60 MB
- Soporte para Intel vRAN Boost
- Potencia de diseño térmico (TDP): 195 W

### Requisito L2.ORANCPU3: Otras características

El servidor para nodos ORAN con CPU con soporte para vRAN debe tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 2 Us como máximo
- Memoria RAM: 512 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- GPU: 1 GPU NVIDIA Ampere A2 o equivalente
- Almacenamiento:
  - 2 discos de 3.8 TB de almacenamiento NVMe
- Conectividad:
  - 4 interfaces 25 GbE SFP28
  - 2 interfaces 10 GbE RJ45
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

### Requisitos de los tres (3) servidores para nodos controladores del cloud privado de i2CAT (L2.ORANGPU)

### Requisito L2.ORANGPU1: Sistema

El servidor para nodos ORAN con GPU con soporte para vRAN debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4677 (Dual Socket E)
- Procesador compatible: Intel Xeon de cuarta o quinta generación
- Chipset: Intel C741
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-RDIMM
- Número de ranuras de memoria: 32
- Número de GPUs soportadas: Hasta 3 GPUs de ancho único o hasta 3 GPUs de ancho doble.
- Almacenamiento: Soporte para hasta 6 discos NVMe/SATA de 2.5”

- Número de fuentes de alimentación: 2 fuentes redundantes de 2000 W

#### **Requisito L2.ORANGPU2: Procesador**

El servidor para nodos ORAN con GPU con soporte para vRAN debe tener dos procesadores Intel Xeon Gold 6530, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 32
- Total de subprocesos: 64
- Frecuencia turbo máxima: 4 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.1 GHz
- Caché: 160 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 20 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 270 W

#### **Requisito L2.ORANGPU3: Otras características**

El servidor para nodos ORAN con GPU con soporte para vRAN debe tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 2 Us como máximo
- Memoria RAM: 512 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- GPU: 1 GPU NVIDIA AX800 o equivalente
- Almacenamiento:
  - 2 discos de 3.8 TB de almacenamiento NVMe
- Conectividad:
  - 4 interfaces 25 GbE SFP28
  - 1 interfaz 1 GbE RJ45
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### **Requisitos del servidor para la ejecución de funciones de red virtuales (servidor VNFs/CNFs, L2.VNFSERVER)**

#### **Requisito L2.VNFSERVER1: Sistema**

El servidor de VNFs/CNFs debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4189 (Dual Socket P+)
- Procesador compatible: Intel Xeon de tercera generación
- Chipset: Intel C621A
- Tipo de memoria compatibles: DDR4-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 16
- Número de GPUs soportadas: Hasta 6 GPUs de doble ancho o 8 GPUS de ancho individual
- Almacenamiento: Soporte para hasta 4 discos NVMe de 2.5" y hasta 6 discos SAS/SATA de 2.5"
- Número de fuentes de alimentación: Fuentes redundante de 2600 W

#### **Requisito L2.VNFSERVER2: Procesador**

El servidor de VNFs/CNFs debe tener dos procesadores Intel Xeon Gold 6338N, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 32
- Total de subprocesos: 64
- Frecuencia turbo máxima: 3.5 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.2 GHz
- Caché: 48 MB

- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 11.2 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 185 W

#### **Requisito L2.VNF SERVER3: Otras características**

El servidor de VNFs/CNFs debe tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 2 Us como máximo
- Memoria RAM: 256 GB de memoria RAM DDR4 3200 MHz
- Almacenamiento: 960 GB de almacenamiento NVMe
- GPU: 1 GPU NVIDIA A6000 o equivalente
- Conectividad: 2 interfaces SFP+ a 10 Gbps
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### *Requisitos de los dos (2) servidores para simulaciones de red (L2.SIMRED)*

#### **Requisito L2.SIMRED1: Sistema**

Los servidores para simulaciones de red tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4677 (Dual Sockets E)
- Procesador compatible: Intel Xeon de cuarta y quinta generación
- Chipset: Intel C741
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 16
- Número de GPUs soportadas: Hasta 2 GPUs de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 8 discos NVMe/SAS/SATA de 2.5"
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuente redundante de 800/860 W

#### **Requisito L2.SIMRED2: Procesador**

Los servidores para simulaciones de red deben tener (cada uno) dos procesadores Intel Xeon Gold 6430, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 32
- Total de subprocesos: 64
- Frecuencia turbo máxima: 3.4 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.1 GHz
- Caché: 60 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 16 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 270 W

#### **Requisito L2.SIMRED3: Otras características**

Los servidores para simulaciones de red deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 1 U
- Memoria RAM: 256 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- Almacenamiento:
  - 1 disco con 960 GB de almacenamiento NVMe
  - 1 disco con 15.3 TB de almacenamiento NVMe
- GPU: 1 GPU NVIDIA Ada L4 24 GB GDDR6 o equivalente
- Conectividad: 2 interfaces 25 GbE SFP28
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### *Requisitos del servidor para RIC tester (L2.RICTEST)*

#### **Requisito L2.RICTEST1: Sistema**

El servidor para alojar el software del RIC tester debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4189 (Single Socket P+)
- Procesador compatible: Intel Xeon de tercera generación
- Chipset: Intel C621A
- Tipo de memoria compatibles: DDR4-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 8
- Número de GPUs soportadas: 1 GPU de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 4 discos NVMe/SAS/SATA de 3.5"
- Número de fuentes de alimentación: 2 fuentes redundantes de 400 W

#### **Requisito L2.RICTEST2: Procesador**

El servidor para alojar el software del RIC tester debe tener un procesador Intel Xeon Gold 6326, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 16
- Total de subprocesos: 32
- Frecuencia turbo máxima: 3.5 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.9 GHz
- Caché: 24 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 11.2 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 185 W

#### **Requisito L2.RICTEST3: Otras características**

Los servidores para simulaciones de red deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 1 U
- Memoria RAM: 64 GB de memoria RAM DDR4 3200 MHz
- Almacenamiento: 960 GB de almacenamiento NVMe
- Conectividad: 2 interfaces 25 GbE SFP28
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### **Requisitos de los dos (2) servidores edge para tráfico XR (L2.XRSERVER)**

#### **Requisito L2.XRSERVER1: Sistema**

Los servidores para procesar cargas de trabajo XR deben tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4677 (Single Socket E)
- Procesador compatible: Intel Xeon de cuarta y quinta generación
- Chipset: Intel C741
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 16
- Número de GPUs soportadas: Hasta 2 GPUs de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 10 discos NVMe/SAS/SATA de 2.5"
- Número de fuentes de alimentación: 2 fuentes redundantes de 800/860 W

#### **Requisito L2.XRSERVER2: Procesador**

Los servidores para procesar cargas de trabajo XR deben tener (cada uno) un procesador Intel Xeon Silver 4416+, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 20
- Total de subprocesos: 40
- Frecuencia turbo máxima: 3.9 GHz

- Frecuencia básica del procesador: 2.0 GHz
- Caché: 37.5 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 16 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 165 W

#### **Requisito L2.XRSERVER3: Otras características**

Los servidores para procesar cargas de trabajo XR deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 1 U
- Memoria RAM: 256 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- Almacenamiento: 1 disco con 960 GB de almacenamiento NVMe
- GPU: 1 GPU NVIDIA Ada L4 24 GB GDDR6 o equivalente
- Conectividad: 2 interfaces 25 GbE SFP28
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### Requisitos del servidor de multiconferencia XR (L2.XRMCU)

#### **Requisito L2.XRMCU1: Sistema**

El servidor de multiconferencia XR debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4189 (Dual Sockets P+)
- Procesador compatible: Intel Xeon de tercera generación
- Chipset: Intel C621A
- Tipo de memoria compatibles: DDR4-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 16
- Número de GPUs soportadas: Hasta 2 GPUs de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 8 discos SAS/SATA de 2.5"
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuentes redundante de 800/860 W

#### **Requisito L2.XRMCU2: Procesador**

El servidor de multiconferencia XR debe tener dos procesadores Intel Xeon Gold 5320, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 26
- Total de subprocesos: 52
- Frecuencia turbo máxima: 3.4 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.2 GHz
- Caché: 39 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 11.2 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 185 W

#### **Requisito L2.XRMCU3: Otras características**

El servidor de multiconferencia XR debe tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 1 U
- Memoria RAM: 256 GB de memoria RAM DDR4 3200 MHz
- Almacenamiento: 1 disco con 960 GB de almacenamiento NVMe
- GPU: 1 GPU NVIDIA Ada L4 24 GB GDDR6 o equivalente
- Conectividad: 2 interfaces 25 GbE SFP28
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### Requisitos del servidor para lanzar ciberataques (L2.ATTACK)

### Requisito L2.ATTACK1: Sistema

El servidor para lanzar ciberataques debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4189 (Dual Sockets P+)
- Procesador compatible: Intel Xeon de tercera generación
- Chipset: Intel C621A
- Tipo de memoria compatibles: DDR4-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 32
- Número de GPUs soportadas: Hasta 2 GPUs de doble ancho o 2 de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 4 discos NVMe/SAS/SATA de 3.5"
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuente redundante de 1200 W

### Requisito L2.ATTACK2: Procesador

El servidor para lanzar ciberataques debe tener dos procesadores Intel Xeon Gold 5318Y, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 24
- Total de subprocesos: 48
- Frecuencia turbo máxima: 3.4 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.1 GHz
- Caché: 36 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 11.2 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 165 W

### Requisito L2.ATTACK3: Otras características

El servidor para lanzar ciberataques debe tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 2 Us como máximo
- Memoria RAM: 256 GB de memoria RAM DDR4 3200 MHz
- Almacenamiento:
  - 1 disco de 960 GB de almacenamiento NVMe
  - 1 disco de 3.8 TB de almacenamiento NVMe
- Conectividad:
  - 2 interfaces 25 GbE SFP28
  - 2 interfaces 10 GbE RJ45
- Smart NIC: Xilinx Alveo U50 Data Center Accelerator Card
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

### Requisitos de los dos (2) servidores para ejecutar algoritmos de IA (L2.IATRAIN)

### Requisito L2.IATRAIN1: Sistema

Los servidores para ejecutar algoritmos de IA deben tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4189 (Dual Sockets P+)
- Procesador compatible: Intel Xeon de tercera generación
- Chipset: Intel C621A
- Tipo de memoria compatibles: DDR4-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 16
- Número de GPUs soportadas: Hasta 2 GPUs de doble ancho o 6 de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 12 discos NVMe/SAS/SATA de 2.5" o 3.5"
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuente redundante de 1000/1200 W

### Requisito L2.IATRAIN2: Procesador

Los servidores para ejecutar algoritmos de IA deben tener (cada uno) dos procesadores Intel Xeon Gold 6338, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 32
- Total de subprocessos: 64
- Frecuencia turbo máxima: 3.2 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.0 GHz
- Caché: 48 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 11.2 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 205 W

#### **Requisito L2.IATRAIN3: Otras características**

Los servidores para ejecutar algoritmos de IA deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 2 Us como máximo
- Memoria RAM: 256 GB de memoria RAM DDR4 3200 MHz
- Almacenamiento: 960 GB de almacenamiento NVMe
- Conectividad: 2 interfaces 25 GbE SFP28
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### *Requisitos del servidor Edge para tareas de ciberseguridad (L2.CYBEDGE)*

#### **Requisito L2.CYBEDGE1: Sistema**

El servidor Edge para tareas de ciberseguridad deben tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4189 (Dual Sockets P+)
- Procesador compatible: Intel Xeon de tercera generación
- Chipset: Intel C621A
- Tipo de memoria compatibles: DDR4-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 32
- Número de GPUs soportadas: Hasta 2 GPUs de doble ancho o de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 4 discos NVMe/SAS/SATA de 2.5"
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuente redundante de 1200 W

#### **Requisito L2.CYBEDGE2: Procesador**

El servidor Edge para tareas de ciberseguridad deben tener dos procesadores Intel Xeon Gold 5318Y, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 24
- Total de subprocessos: 48
- Frecuencia turbo máxima: 3.4 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.1 GHz
- Caché: 36 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 11.2 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 165 W

#### **Requisito L2.CYBEDGE3: Otras características**

El servidor Edge para tareas de ciberseguridad deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 1 U como máximo
- Memoria RAM: 256 GB de memoria RAM DDR4 3200 MHz
- Almacenamiento:

- 1 disco de 960 GB de almacenamiento NVMe
- 1 disco de 3.8 TB de almacenamiento NVMe
- Conectividad:
  - 2 interfaces 25 GbE SFP28
  - 1 tarjeta de red Smart NIC Xilinx Alveo U50
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### Requisitos de los dos (2) servidores Edge para aplicaciones MEC (L2.MEC)

##### **Requisito L2.MEC1: Sistema**

Los servidores Edge para aplicaciones MEC deben tener las siguientes características:

- Socket de procesador: FCBGA-2518 (Single Socket)
- Procesador compatible: Intel Xeon D-2183IT
- Chipset: System on chip
- Tipo de memoria compatibles: DDR4 RDIMM
- Número de ranuras de memoria: 4
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuente redundante de 800 W

##### **Requisito L2.MEC2: Procesador**

Los servidores Edge para aplicaciones MEC deben tener un procesador Intel Xeon D-2183IT, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 16
- Total de subprocesos: 32
- Frecuencia turbo máxima: 3.0 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.2 GHz
- Caché: 22 MB
- Potencia de diseño térmico (TDP): 100 W

##### **Requisito L2.MEC3: Otras características**

Los servidores Edge para aplicaciones MEC deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 1 U como máximo
- Memoria RAM: 128 GB de memoria RAM DDR4 3200 MHz
- Almacenamiento:
- Conectividad:
  - 1 tarjeta de red con 2 interfaces 25 GbE SFP28
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### Requisitos del servidor para simulaciones NS3 y entrenamiento de algoritmos de IA (L2.NS3IA)

##### **Requisito L2.NS3IA1: Sistema**

El servidor para simulaciones NS3 y entrenamiento de algoritmos de IA debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4677 (Dual Socket E)
- Procesador compatible: Intel Xeon de cuarta y quinta generación
- Chipset: Intel C741
- Tipo de memoria compatibles: DDR5 RDIMM
- Número de ranuras de memoria: 32
- Número de GPUs soportadas: Hasta 10 GPUs de doble ancho o de ancho único
- Almacenamiento: Soporte para hasta 8 discos SATA de 2.5" y 8 discos NVMe de 2.5"

- Número de fuentes de alimentación: 4 fuentes redundantes de 2700 W

#### **Requisito L2.NS3IA2: Procesador**

El servidor para simulaciones NS3 y entrenamiento de algoritmos de IA deben tener dos procesadores Intel Xeon Gold 6530, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 32
- Total de subprocesos: 64
- Frecuencia turbo máxima: 4 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.1 GHz
- Caché: 160 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 20 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 270 W

#### **Requisito L2.NS3IA3: Otras características**

El servidor para simulaciones NS3 y entrenamiento de algoritmos de IA deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 4 Us como máximo
- Memoria RAM: 512 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- GPU: 2 GPUs NVIDIA Ada L40S 48GB GDDR6 o equivalente
- Almacenamiento:
  - 1 disco de 960 GB de almacenamiento NVMe PCIe 4.0 M.2
  - 2 discos de 15.3 TB de almacenamiento NVMe PCIe 4.0 U.3 15mm
- Conectividad:
  - 2 interfaces 10 GbE RJ45
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### **Requisitos de los tres (3) servidores para nodos controladores del cloud privado de i2CAT (L2.CLOUDCON)**

#### **Requisito L2.CLOUDCON1: Sistema**

Los servidores para nodos controladores del cloud privado de i2CAT deben tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-6096 (Single Socket SP5)
- Procesador compatible: AMD EPYC 9004 de cuarta generación
- Chipset: System on chip
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-RDIMM
- Número de ranuras de memoria: 12
- Número de GPUs soportadas: Hasta 3 GPUs de ancho único.
- Almacenamiento: Soporte para hasta 10 discos SATA de 2.5"
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuente redundante de 700 W

#### **Requisito L2.CLOUDCON2: Procesador**

Los servidores para nodos controladores del cloud privado de i2CAT deben tener un procesador AMD EPYC 9124, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 16
- Total de subprocesos: 32
- Frecuencia turbo máxima: 3.7 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 3.0 GHz
- Caché: 64 MB

- Potencia de diseño térmico (TDP): 200 W

#### **Requisito L2.CLOUDCON3: Otras características**

Los servidores para nodos controladores del cloud privado de i2CAT deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 1 U como máximo
- Memoria RAM: 128 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- Almacenamiento:
  - 1 disco de 480 GB de almacenamiento SATA
- Conectividad:
  - 2 interfaces 25 GbE SFP28
  - 2 interfaces 1 GbE RJ45
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

*Requisitos de los dos (2) servidores para nodos de computación del cloud privado de i2CAT (L2.CLOUDCOMP)*

#### **Requisito L2.CLOUDCOMP1: Sistema**

Los servidores para nodos de computación del cloud privado de i2CAT deben tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4677 (Dual Sockets E)
- Procesador compatible: Intel Xeon de cuarta y quinta generación
- Chipset: Intel C741
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-RDIMM
- Número de ranuras PCIe Gen 5.0 x16: 3
- Número de GPUs soportadas: Hasta 3 GPUs de ancho único.
- Almacenamiento: Soporte para hasta 10 discos SATA/NVMe de 2.5"
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuente redundante de 700 W

#### **Requisito L2.CLOUDCOMP2: Procesador**

Los servidores para nodos de computación del cloud privado de i2CAT deben tener dos procesadores Intel Xeon Gold 6430, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 32
- Total de subprocesos: 64
- Frecuencia turbo máxima: 3.4 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.1 GHz
- Caché: 60 MB
- Velocidad de Intel Ultra Path Interconnect: 16 GT/s
- Potencia de diseño térmico (TDP): 270 W

#### **Requisito L2.CLOUDCOMP3: Otras características**

Los servidores para nodos de computación del cloud privado de i2CAT deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 1 U como máximo
- Memoria RAM: 512 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- Almacenamiento:
  - 2 discos de 480 GB de almacenamiento SATA
- Conectividad:
  - 2 interfaces 25 GbE SFP28

- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)
- 2 interfaces 1 GbE RJ45

#### Requisitos del servidor de almacenamiento para el cluster HPC de i2CAT (L2.HPCSTOR)

##### **Requisito L2.HPCSTOR1: Sistema**

El servidor de almacenamiento para el cluster HPC de i2CAT debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: Single Socket SP5
- Procesador compatible: AMD EPYC 9004 de cuarta generación
- Chipset: System on chip
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-RDIMM
- Número de ranuras de memoria: 24
- Número de GPUs soportadas: Hasta 2 GPUs de ancho doble
- Almacenamiento: Soporte para hasta 24 discos SATA/NVMe de 2.5"
- Número de fuentes de alimentación: 2 fuentes redundantes de 1600 W

##### **Requisito L2.HPCSTOR2: Procesador**

El servidor de almacenamiento para el cluster HPC de i2CAT debe tener un procesador AMD EPYC 9224, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 32
- Total de subprocesos: 64
- Frecuencia turbo máxima: 3.7 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 2.5 GHz
- Caché: 64 MB
- Potencia de diseño térmico (TDP): 200W

##### **Requisito L2.HPCSTOR3: Otras características**

El servidor de almacenamiento para el cluster HPC de i2CAT debe tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor enrrollable de 2 Us como máximo
- Memoria RAM: 128 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- Almacenamiento:
  - 2 discos de 480 GB de almacenamiento NVMe M.2
- Conectividad:
  - 2 interfaces 25 GbE SFP28
- Garantía: Garantía de 3 años NBD (Next Business Day)

#### Requisitos de los dos (2) servidores para nodos de holoconferencia (L2.HOLO)

##### **Requisito L2.HOLO1: Sistema**

Los servidores para nodos de holoconferencia deben tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-1700
- Procesador compatible: Intel de 12<sup>a</sup> o 13<sup>a</sup> generación
- Chipset: Intel C621A
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-SDRAM
- Opciones de conectividad:
  - USB 3.2 Gen 2x2 de tipo C y Thunderbolt
  - WiFi 6

- 2.5 GbE
- GPUs soportadas: 1 GPU a través de puerto PCIe 5.0
- Almacenamiento: Soporte para hasta 3 discos NVMe PCIe 4.0 M.2

#### **Requisito L2.HOLO2: Procesador**

Los servidores para nodos de holoconferencia deben tener (cada uno) un procesador Intel Core i9-13900KF, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 24
- Total de subprocesos: 32
- Frecuencia turbo máxima: 5.8 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 3 GHz (performance core), 2.2 (efficient core)
- Caché: 36 MB
- Potencia base del procesador: 125W
- Potencia turbo máximo: 253W

#### **Requisito L2.HOLO3: Otras características**

Los servidores para nodos de holoconferencia deben tener como mínimo las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor de torre
- Caja: Capacidad hasta 12 ventiladores, compatible con refrigeración líquida, doble ventana de cristal templado y estructura de doble cámara
- Memoria RAM: 64 GB de memoria RAM DDR5 5200 MHz
- GPU: ASUS TUF Gaming GeForce RTX4090 OC Edition 24G
- Almacenamiento: 1 disco M.2 de 4TB NVMe
- Sistema de refrigeración líquida
- Garantía: Garantía de 3 años

#### **Requisitos del servidor de torre para simulaciones V2X (L2.V2XSIM)**

#### **Requisito L2.V2XSIM1: Sistema**

El servidor de torre para simulaciones V2X debe tener las siguientes características:

- Socket de procesador: LGA-4677
- Procesador compatible: Intel Xeon W-3400
- Chipset: Intel W790
- Tipo de memoria compatibles: DDR5-SDRAM
- Número de ranuras de memoria: 16
- Opciones de conectividad:
  - 2 puertos USB 2.0, 2 puertos USB 2.0 tipo A
  - 1 RJ45 10 GbE
  - 1 RJ45 1 GbE
- GPUs soportadas: 1 GPU a través de puerto PCIe 5.0
- Almacenamiento:
  - Soporte para hasta 4 discos SATA de 3.5"
  - Soporte para hasta 4 discos NVMe PCIe 5.0 M.2
- Número de fuentes de alimentación: 1 fuente de 2000 W

#### **Requisito L2.V2XSIM2: Procesador**

El servidor de torre para simulaciones V2X debe tener un procesador Intel Xeon W5-3425, con las siguientes características:

- Cantidad de núcleos: 12
- Total de subprocesos: 24
- Frecuencia turbo máxima: 4.6 GHz
- Frecuencia básica del procesador: 3.2 GHz
- Caché: 30 MB
- Potencia base del procesador: 270 W
- Potencia turbo máximo: 324 W

**Requisito L2.V2SIM3: Otras características**

El servidor de torre para simulaciones V2X debe tener las siguientes características:

- Factor de forma: Servidor de torre
- Caja: Capacidad hasta 12 ventiladores, compatible con refrigeración líquida, doble ventana de cristal templado y estructura de doble cámara
- Memoria RAM: 64 GB de memoria RAM DDR5 4800 MHz
- GPU: MSI GeForce RTX™ 4090 VENTUS 3X 24G OC o equivalente
- Almacenamiento:
  - 1 disco SATA de 960 GB
  - 1 disco SATA de 1.92 TB
- Sistema de refrigeración líquida
- Garantía: Garantía de 3 años

**Requisitos de los discos de almacenamiento (L2.DISKS)****Requisito L2.DISKS1: Discos SSD de 2 TB**

- Número de discos: 15
- Capacidad: 1.9 TB
- Tipo de disco SSD: NVMe PCIe 4.0
- Factor de forma: U.3 15 mm

**Requisito L2.DISKS2: Discos SSD de 15 TB**

- Número de discos: 5
- Capacidad: 15.36 TB
- Tipo de disco SSD: NVMe PCIe 4.0
- Factor de forma: 2.5" 15 mm

**Requisito L2.DISKS3: Discos SSD de 8 TB**

- Número de discos: 9
- Capacidad: 8 TB
- Tipo de disco SSD: SATA 6 Gb/s
- Factor de forma: 2.5"

**Requisitos de los dos (2) kits de desarrollo de aplicaciones para coche autónomo y conectado (L2.V2XKIT)**

Los dos kits de desarrollo de aplicaciones para coche autónomo y conectado deben tener las siguientes características (cada uno):

**Requisito L2.V2XKIT1: Hardware**

- GPU: NVIDIA Ampere con 2048 núcleos NVIDIA® CUDIA® y 64 núcleos Tensor
- CPU: Arm Cortex-A78AE v8.2 de 12 núcleos, 64-bit CPU 3 MB L2 + 6 MB L3
- Memoria RAM: 64 GB 256-bit LPDDR5
- Almacenamiento: 64 GB eMMC 5.1
- Potencia eléctrica: Entre 5W y 60W
- Capacidad para soportar hasta 6 cámaras a través de la interfaz MIPI CSI-2
- Interfaces de red:
  - 1 interfaz RJ45 a 1 Gbps
  - 1 interfaz RJ45 a 10 Gbps
- Garantía de 3 años

#### Requisitos de los cinco (5) ordenadores portátiles para trabajar con realidad virtual (L2.LAPTOP)

Los cinco ordenadores portátiles para trabajar con realidad virtual deben tener como mínimo las siguientes características (cada uno):

#### **Requisito L2.LAPTOP1: Sistema**

- Procesador: Intel Core i9-13900H o equivalente
- Memoria RAM: 32 GB DDR5
- Almacenamiento: 2 TB NVMe PCIe 4.0
- GPU: NVIDIA RTX 4070 o equivalente
- Pantalla: 16"
- Garantía de 3 años

#### Requisitos del módulo de seguridad hardware (L2.CYBMOD)

#### **Requisito L2.CYBMOD1: Sistema**

- Sistemas operativos soportados: Windows, Linux.
- Interfaz hardware: PCI-Express CEM 3.0, PCI, PCI Express Base 2.0
- Consumo máximo de potencia: 19W
- Funciones criptográficas:
  - Criptografía simétrica
  - Criptografía asimétrica
  - Hash/Message Digest/HMAC
  - Derivación de claves
  - Envoltura de claves
  - Generación de números aleatorios
  - Cifrado de cartera digital
- Certificaciones de seguridad:
  - FIPS 140-2 Level 3 - Password y Factor Múltiple (PED)
  - Common Criteria (EAL4+)
- Garantía de 3 años

#### **Requisito L2.CYBMOD2: Rendimiento**

- RSA-2048: 1000 tps
- ECC P256: 2000 tps
- AES-GCM: 2000 tps
- Memoria: 2 MB

### Requisitos de las tres (3) tarjetas de red inteligentes para la infraestructura de red programable (L2.SNICSNET)

Las tres tarjetas de red inteligentes para la infraestructura de red programable deben tener como mínimo las siguientes características (cada una):

#### **Requisito L2.SNICSNET1: Sistema**

- Número de tablas de búsqueda (LUT): 870000
- Número de registros: 1740000
- Número de bloques DSP: 5900
- Memoria (HBM): 8 GB, con un ancho de banda total de 316 GB/s
- Memoria interna (SRAM): 28 MB, con un ancho de banda total de 24 TB/s
- Interfaz PCI Express: Gen3 x16, 2 x Gen4 x8, CCIX
- Interfaz de red: 1 QSFP28 (100 GbE)
- Máxima potencia: 75W
- Entorno de desarrollo para poder crear aplicaciones personalizadas en la tarjeta

### Requisitos de las dos (2) tarjetas de red inteligentes para la infraestructura Open RAN (L2.SNICSRAN)

Las dos tarjetas de red inteligentes para la infraestructura Open RAN deben tener como mínimo las siguientes características (cada una):

#### **Requisito L2.SNICSRAN1: Sistema**

- Número de elementos lógicos: 1400000
- Número de registros: 1945000
- Número de bloques DSP: 4500
- Memoria (HBM): 8 GB, con un ancho de banda total de 316 GB/s
- Memoria interna (SRAM): 28 MB, con un ancho de banda total de 24 TB/s
- Interfaz PCI Express: PCI Gen4 x8
- Memoria disponible:
  - 8 GB DDR4, con ECC
  - 8 GB DDR4, sin ECC
  - 1 GB DDR4, para HPS
  - 280 MB Flash para almacenamiento no volátil
- Máxima potencia: 125W, refrigeración pasiva
- Interfaces: 2 QSFP28/56, cada una se puede configurar a 100G, 4x25G o 8x10G
- Soporte para Ethernet y eCPRI (enhanced Common Public Radio Interface)
- Funciones de red:
  - Procesador de paquetes IP configurable
  - Capacidad de limitar el ancho de banda
  - Operaciones de parsing, match y action
- Software soportado
  - Open FPGA stack (IOFS)
  - Contrail
  - OVS
  - SRv6
  - DPDK
  - FlexRAN
  - Paquetes de RAN virtual 4G y 5G

### Requisitos de las tres (3) single-board computers de formato encastado con su SDK (L2.SBC)

Las tres single-board computers de formato encastado con su SDK deben tener como mínimo las siguientes características (cada una):

#### **Requisito L2.SBC1: Sistema**

- Procesador: ARM Cortex-A78AE (12 núcleos) o equivalente
- Memoria: 64 GB LPDDR5
- GPU: NVIDIA Ampere con 2048 núcleos CUDA y 64 núcleos tensor (o equivalente)
- Almacenamiento: 64 GB eMMC 5.1
- Red:
  - 1 interfaz 10 GbE (RJ45)
- Consumo máximo de potencia: 60W
- Incluye placa portadora de referencia para alojar la placa del SBC.
- Garantía de 3 años.

### Requisitos del barebone para el procesado de video holográfico (L2.BB)

El barebone para el procesado de video holográfico debe tener como mínimo las siguientes características:

#### **Requisito L2.BB1: Sistema**

- Procesador: Intel Core i7-13700HX (16-core 2.1 GHz, hasta 5.0 GHz) o equivalente
- Memoria: 64 GB DDR5-4800
- GPU: NVIDIA GeForce RTX 4070 (o equivalente)
- Conectividad:
  - 2 interfaces 2.5 Gbps (RJ45)
  - WiFi 6
  - Bluetooth 5.2
- Consumo máximo de potencia: 60W
- Incluye placa portadora de referencia para alojar la placa del SBC.
- Garantía de 3 años.

### Requisitos del barebone industrial con conectividad 5G (L2.INBB)

El barebone industrial con conectividad 5G debe tener como mínimo las siguientes características:

#### **Requisito L2.INBB1: Sistema**

- Procesador: Intel i7-1370PRE o equivalente
  - 14 núcleos @ 1.9 GHz
  - 28 W de consumo
- Memoria: 64 GB DDR4-3200
- Conectividad:
  - 2 interfaces 1 GbE 1000Base-T
  - 4 puertos serie RS232/422/485
  - 3 puertos USB 3.2
  - 1 puerto USB 2.0
  - 1 ranura para tarjeta nanoSIM
  - Módulo de conectividad WiFi
  - Módulo de conectividad 4G/LTE y 5G
- Almacenamiento: Ranura para tarjeta Micro SD

- RF y antena: 7 conectores SMA coaxiales
- Garantía de 3 años.

#### Requisitos de los dos (2) MiniPCs para actuar como CPEs (L2.MINIPC)

Los dos MiniPCs para actuar como CPEs deben tener como mínimo las siguientes características (cada uno):

##### **Requisito L2.MINIPC1: Sistema**

- Procesador: Intel Core i7-14700K vPro Enterprise (20 núcleos @ 2.5 GHz, hasta 5.6 GHz) o equivalente
  - Memoria: 64 GB DDR5-5600
  - Almacenamiento: 1 TB SSD, factor de forma M.2
  - Conectividad:
    - 1 Interfaz RJ45 (10 GbE)
  - Al menos un slot de expansión PCIe
  - Garantía de 3 años
- **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 3**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

#### Requisitos de los cinco (5) equipos de conmutación de nivel 2 programables a través del lenguaje P4

##### **Requisito L3.P4SWITCH1: Circuito integrado de conmutación de paquetes**

El dispositivo debe disponer de un circuito integrado de conmutación de paquetes que sea programable a través del lenguaje de programación P4, permitiendo modificar su comportamiento vía software. El circuito integrado debe proporcionar una capacidad de conmutación de 6.4 Tbps (full duplex).

##### **Requisito L3.P4SWITCH2: CPU, Memoria y almacenamiento**

El dispositivo debe disponer de una CPU de 4 núcleos a 2.2 GHz y una caché de 6MB. La memoria RAM del dispositivo debe ser como mínimo de 8 GB DDR4. El dispositivo debe disponer de una capacidad de almacenamiento mínima de 128 MB en formato SSD.

##### **Requisito L3.P4SWITCH3: Puertos de datos**

El dispositivo debe disponer como mínimo de 32 puertos QSFP28, cada puerto soportando las siguientes configuraciones: 1 x 100 GbE, 1 x 50 GBE, 1 x 40 GbE, o, a través de cables de ruptura, 4 x 25 GbE o 4 x 10 GbE.

##### **Requisito L3.P4SWITCH4: Puertos de gestión**

El dispositivo debe disponer como mínimo de los siguientes puertos de gestión: 1 puerto de 1 GbE con interfaz RJ45; 1 puerto de consola con interfaz RJ45; 1 puerto USB tipo A.

##### **Requisito L3.P4SWITCH5: Rendimiento**

El dispositivo debe tener una capacidad de conmutación de 6.4 Tbps, y ser capaz de reenviar 4700 Millones de paquetes por segundo.

##### **Requisito L3.P4SWITCH6: Formato**

El dispositivo debe tener un formato de 1 unidad de rack (1 RU).

##### **Requisito L3.P4SWITCH7: Software**

El dispositivo debe tener instalado el software de Open Network Install Environment (ONIE), para poder instalar distintos sistemas operativos de red (NOS, Network Operating Systems). El dispositivo debe soportar la instalación tanto de sistemas operativos de red comerciales como de sistemas operativos de red de código abierto.

**Requisito L3.P4SWITCH8: Transceptores ópticos**

Cada dispositivo debe venir acompañado de 4 transceptores ópticos SFP 100G QSFP28.

**Requisito L3.P4SWITCH9: Materiales y accesorios necesarios**

Suministro de todos los materiales y accesorios necesarios para la interconexión de los dispositivos con otros equipos. Esto incluye los cables de conexión de FO, los módulos y cables específicos, los cables de alimentación, los cables de stack, los cables de consola y cualquier otro elemento que resulte necesario.

- **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 4**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

**Requisitos del emulador de canales de radio (L4.EMUC)****Requisito L4.EMUC1: Puertos RF**

El dispositivo debe disponer como mínimo de 8 puertos configurables vía software. Cada puerto se debe poder configurar como i) bidireccional (transmisión y recepción); ii) unidireccional de transmisión o iii) unidireccional de recepción. Todos los puertos deben de disponer de conectores SMA hembra. Los puertos deben soportar desvanecimiento bidireccional y unidireccional. Como mínimo 8 puertos de los 16 deben estar habilitados vía software.

**Requisito L4.EMUC2: Canales de desvanecimiento MIMO**

El dispositivo debe soportar como mínimo 8 canales digitales.

**Requisito L4.EMUC3: Emulación MESH y MANET**

El dispositivo debe soportar hasta 3 radios de malla completa (full mesh).

**Requisito L4.EMUC4: Rango de frecuencias**

El dispositivo debe poder operar en un rango de frecuencias desde 3 MHz a 6 GHz.

**Requisito L4.EMUC5: Opciones de conectividad**

El dispositivo debe soportar las siguientes opciones:

- Conectividad a través de cables RF.
- Cámaras anecoicas.

**Requisito L4.EMUC6: Ancho de banda instantáneo de la señal**

El dispositivo debe soportar los siguientes anchos de banda instantáneos para la señal: 40 MHz, 100 MHz.

**Requisito L4.EMUC7: Soporte a la agregación de portadoras**

El dispositivo debe soportar las siguientes características:

- Agregación de portadoras en bandas contiguas: hasta 100 MHz (TDD o FDD).
- Agregación de portadoras en bandas no contiguas: hasta 8 bandas.

**Requisito L4.EMUC8: Caminos de desvanecimiento**

El dispositivo debe soportar hasta 4 caminos de desvanecimiento por cada canal de desvanecimiento.

#### **Requisito L4.EMUC9: Retardo**

El dispositivo debe soportar un retardo mínimo de 2.6 us y un retardo máximo de 1500 ms.

#### **Requisito L4.EMUC10: Calibración de configuración de las pruebas**

El dispositivo debe soportar las siguientes características:

- Calibración de fase y amplitud integrada en la configuración de pruebas, sin la necesidad de utilizar instrumental extra.
- Alineación de fase de entrada basada en señales NR (New Radio) y LTE-DL (Long Term Evolution - DownLink).

#### **Requisito L4.EMUC11: Fuentes de interferencia**

El dispositivo debe soportar las siguientes fuentes de interferencias, con las características especificadas a continuación.

- Interferencia de onda continua (Continuous Wave, CW): Fuentes independientes y no correlación en cada puerto de salida. Offset de frecuencia ajustable. Ajustes del nivel de interferencia absolutos y basados en SNR (Signal to Noise Ratio).
- Interferencia basada en ruido blanco gaussiano aditivo (Additive White Gaussian Noise, AWGN): Fuentes independientes y no correlación en cada puerto de salida. Offset de frecuencia y ancho de banda ajustables. Ajustes del nivel de interferencia absolutos y basados en SNR (Signal to Noise Ratio).
- Interferencia de forma de onda arbitraria.

#### **Requisito L4.EMUC12: Ajuste automático del nivel de entrada**

El dispositivo debe soportar mediciones de potencia de entrada contínuas y con activación por ráfagas de RF.

#### **Requisito L4.EMUC13: Separación uplink / downlink**

El dispositivo debe ofrecer una separación integrada de los canales de subida (uplink) y bajada (downlink).

#### **Requisito L4.EMUC14: Control remoto**

El dispositivo debe soportar control remoto mediante comandos SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments), a través del protocolo de red Ethernet.

#### **Requisito L4.EMUC15: Puertos no RF**

Además de los puertos RF mencionados anteriormente, el dispositivo debe disponer de los siguientes puertos:

- Puerto para señal de referencia de 10 MHz (IN y OUT).
- Puerto de activación hardware para inicio y parada de la emulación.
- Puertos de sincronización con otros dispositivos idénticos.

#### **Requisito L4.EMUC16: Captura de señal / Reproducción de forma de onda de la señal**

Los requisitos de captura y reproducción de forma de onda de señal de los dispositivos son los siguientes:

- Hasta 4 capturas simultáneas y coherentes en fase.
- Hasta 1s cada puerto de RF de manera independiente.
- Activación desde interfaz gráfica y comandos SCPI.
- Emulación basada en el tiempo.

**Requisito L4.EMUC17: Modelos de canal**

El software que acompaña al dispositivo debe soportar los siguientes modelos de canal:

- Funciones de modelado aeroespacial.

**Requisito L4.EMUC18: Perfiles de desvanecimiento rápido**

El software que acompaña al dispositivo debe soportar los perfiles de desvanecimiento rápido definidos por el estándar 3GPP TR38.901.

**Requisito L4.EMUC19: Pérdidas / Shadowing**

El software que acompaña al dispositivo debe soportar las siguientes características de pérdidas y shadowing:

- Configuración independiente de cada canal RF; con un margen dinámico de 100 dB.
- Configuración independiente de cada canal digital de desvanecimiento; con un margen dinámico de 60 dB.

**Requisito L4.EMUC20: Perfiles de retardo**

El software que acompaña al dispositivo debe soportar los siguientes perfiles de retardo:

- Constante, retardo deslizante, 3GPP nacimiento-muerte, 3GPP grupo de retardo deslizante, definido por usuario, perfiles de retardo de aplicaciones de terceros, aplicaciones de ray-tracing.
- Configuración independiente de un perfil de retardo distinto para cada canal digital.

**Requisito L4.EMUC21: Garantía**

El dispositivo debe tener una garantía de 3 años

**Requisitos del analizador de espectro de microondas portátil (L4.ASPEC)****Requisito L4.ASPEC1: Analizador de espectro: Sistema**

El analizador de espectro de microondas portátil debe tener las siguientes características:

- Factor de forma: analizador de espectro portátil
- Frecuencia máxima: 14 GHz
- Número de puertos RF integrados: 2
- Funciones de medida:
  - Análisis de señal
  - Análisis de espectro en tiempo real
- Ancho de banda (Analizador en tiempo real):  $\geq 100$  MHz
- Opciones de ancho de banda: 10 MHz, 40 MHz, 100 MHz
- Potencia de salida:  $> +1$  dBm
- Ruido de fase a 1 GHz:
  - Offset de 1 MHz:  $< -110$  dBc/Hz
  - Offset de 30 KHz:  $< -105$  dBc/Hz
  - Offset de 10 KHz:  $< -105$  dBc/Hz
- DANL a 1 GHz:  $< -150$  dBm
- Rango de atenuador estándar: 40 dB
- Paso de atenuador estándar: 5 dB
- Garantía: 3 años de garantía

**Requisito L4.ASPEC2: Analizador de interferencias y espectrograma**

El analizador de espectro de microondas debe contar con funcionalidad de analizador de interferencias y espectrograma con las siguientes características:

- Visualización del espectrograma: Superposición, pantalla completa, superior o inferior con trazo activo
- Ángulo de cascada: Moderado, empinado, gradual, gran angular
- Grabación y reproducción de trazas:
  - Registro de las mediciones del analizador de espectro
  - El disparador de máscara de frecuencia permite que se realice la grabación al momento del disparo
  - Almacenaje de los datos internamente o en una tarjeta SD o USB
- Marcadores: tiempo, diferencia de tiempos.

#### **Requisito L4.ASPEC3: Analizador de espectro en tiempo real**

El analizador de espectro de microondas debe contar con la capacidad de analizar el espectro en tiempo real. Para ello, esta función debe cumplir con las siguientes características:

- Rango de frecuencias para el análisis en tiempo real: 9 kHz - 14 GHz
- Medidas disponibles: Espectrograma, espectro en tiempo real, espectro de densidad
- Máximo ancho de banda en tiempo real: 100 MHz
- Ancho de banda de resolución: 1 Hz a 5 MHz
- Tiempos de adquisición mínimo | máximo:
  - Espectro de densidad: 20 ms | 336 ms
  - Espectrograma: 500 us/div | 10 s/div
- Número de puntos visualizables: 821
- Tasa de FFT (Fast Fourier Transform): 190.000 FFT/s
- Trazas:
  - Número de trazas: 4, todas ellas pueden estar activas simultáneamente y en diversos estados
  - Detectores: Normal, pico positivo, pico negativo, muestra, promedio
- Tipos de disparadores: Ejecución libre, externa, video, ráfaga de RF, periódica

#### **Requisitos del osciloscopio (L4.OSC)**

#### **Requisito L4.OSC1: Sistema**

El osciloscopio debe soportar los siguientes parámetros, como mínimo:

- Número de canales analógicos: 8
- Ancho de banda: 2.5 GHz
- Velocidad de muestreo: 16 GSa/s (Giga samples per second)
- Memoria: 200 Mpts (Megapuntos)
- Resolución: 10 bits
- Número de bits efectivos (ENOB): Hasta 9.0
- Precisión de la base de tiempos: 8 partes por billón
- Jitter intrínseco: 118 fs
- Ruido (1 mV/div): 43 µV
- Número de canales digitales: 16
- Pantalla: táctil de 15.6", Full HD, soporte de pantalla dual

#### **Requisito L4.OSC2: Funciones**

El osciloscopio debe ser capaz de realizar las siguientes funciones:

- Función de osciloscopio
- Función de análisis lógico
- Función de respuesta en frecuencia
- Función de voltímetro digital

- Función de contadores triples con totalizador
- Función de testeo del ruido de fase

#### **Requisito L4.OSC3: Otros**

Otros requisitos para el osciloscopio son los siguientes:

- El equipo debe venir acompañado de un disco SSD extraíble de 500 GB
- El equipo debe tener una garantía de 3 años

- **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 5**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

#### **Requisitos de los dos (2) simuladores de UEs (L5.UESIM)**

#### **Requisito L5.UESIM1: Funcionalidad general**

Los dos dispositivos deben:

- Permitir la realización de pruebas funcionales y de rendimiento en infraestructuras cuya red de acceso esté basada en LTE eNodeB, 5G NR gNodeB en modo NSA (Non Stand Alone) o SA (Stand Alone) así como de los “network cores” de LTE y 5G.
- Permitir la simulación de más de 100 UEs que comparten el mismo espectro con diferentes tipos de tráfico dentro de múltiples celdas. Cada UE se debe poder configurar como un equipo LTE, un equipo 5G NR, un equipo NB-IoT o un equipo LTE-M de forma independiente.
- Permitir el registro selectivo y la visualización de todas las capas de las pilas de protocolos 3GPP LTE y NR. También deben proporcionar gráficos útiles y herramientas analíticas.
- Proporcionar una API WebSocket que permita enviar comandos remotos a cada equipo UE simulado para facilitar la automatización de pruebas.
- Llevar a cabo su configuración de manera sencilla a través de ficheros JSON, incluyendo configuraciones de ejemplo en cada versión del software que acompaña al dispositivo.
- Soportar funcionalidades de generación de tráfico, proporcionando un entorno controlado para resultados reproducibles, así como una variedad de tipos de tráfico como TCP, UDP, RTP, HTTP y VoIP con la capacidad de configuración del tamaño de los paquetes. Se debe soportar el uso de aplicaciones externas, como por ejemplo iperf.
- Garantía de 3 años

#### **Requisito L5.UESIM2: 4G**

Los dos dispositivos deben soportar:

- Las especificaciones LTE de la Release 8 del 3GPP, incluyendo todas las funcionalidades LTE introducidas hasta la Release 15 del 3GPP
- Todas las bandas de frecuencia FDD y TDD entre los 500 MHz y los 6 GHz, incluyendo el soporte de frecuencias personalizadas (no estándar).
- Los siguientes anchos de banda: 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz y 200 KHz (para NB-IoT).
- La agregación de 4 portadoras en el Downlink y 2 portadoras en el Uplink.
- Configuraciones de hasta 4x4 MIMO en el Downlink.
- Hasta 256 QAM tanto en el Downlink como en el Uplink.
- Los siguientes esquemas de encriptación y protección de la integridad en el Access Stratum (AS): AES, SNOW3G y ZUG.
- La simulación de los siguientes tipos de handovers entre UEs: intra frecuencia, inter frecuencia e inter banda.

- La funcionalidad eMBMS (evolved Multimedia Broadcast Multicast Services) tal y como está definida en la Release 10 del 3GPP.
- Las siguientes categorías de UE para IoT: categorías LTE 0 y 1; categoría LTE-M M1; categorías NB-IoT NB1 y NB2.
- Las siguientes categorías de UE: categorías Cat 0, Cat 1, Cat 3, Cat 4 y Cat 15 con 4 CCs en el Downlink; categoría Cat 13 con 2 CCs en el Uplink.
- La simulación de como mínimo hasta 128 UEs activos.
- La simulación de como mínimo 4 celdas MIMO 2x2 o 2 celdas MIMO 4x4.

**Requisito L5.UESIM3: 5G**

Los dos dispositivos deben soportar:

- Las especificaciones 5G de la Release 15 del 3GPP.
- Todas las bandas de frecuencia FDD y TDD entre los 500 MHz y los 6 GHz, incluyendo el soporte de frecuencias personalizadas (no estándar).
- Anchos de banda de hasta 100 MHz.
- Configuraciones de hasta 4x4 MIMO en el Downlink.
- Hasta 256 QAM tanto en el Downlink como en el Uplink.
- Todas las combinaciones de espaciado de SSB (Synchronisation Signal Block) y subportadoras de datos.
- Los modos SA (Stand Alone) y NSA (Non Stand Alone).
- La simulación de como mínimo hasta 128 UEs activos.
- La simulación de como mínimo 2 celdas activas.

**Requisito L5.UESIM4: 5G: Redes no terrestres**

Uno de los dos dispositivos debe incluir el hardware, el software y las licencias necesarias para soportar los protocolos 5G NTN (Non Terrestrial Networks).

**Requisitos de los dos (2) smartphones con soporte para UWB (L5.UEUWB)****Requisito L5.UEUWB1: Smartphone basado en iOS**

El smartphone con soporte para UWB basado en iOS debe tener, como mínimo, las siguientes características:

- Capacidad de almacenamiento: 256 GB
- Pantalla:
  - Super Retina XDR
  - Tecnología OLED, diagonal de 6.1"
  - Resolución de 2532 x 1170 píxeles a 460 ppp
  - High Dynamic Range
- Protección contra los elementos: IP68
- Procesador:
  - Proceso de fabricación de 5 nm
  - CPU de 6 núcleos, con 2 de alto rendimiento y otros 4 optimizados para eficiencia
  - Neural Engine de 16 núcleos
  - GPU de 4 núcleos
  - 4 GB RAM
- Batería: 3240 mAh, carga inalámbrica hasta 15 W
- Comunicaciones:
  - 5G NR (sub-6 GHz) y 5G NR mmWave con 4x4 MIMO
  - Gigabit LTE con 4x4 MIMO
  - Wi-Fi 6 (802.11ax) con 2x2 MIMO
  - Bluetooth 5.0

- Ultra Wide Band
- NFC
- Sistema operativo: iOS

Requisitos de los dos (2) smartphones para captura de contenido XR (L5.UEXR)

**Requisito L5.UEXR1: Smartphone basado en iOS**

Los dos smartphones para captura de contenido XR deben tener, como mínimo, las siguientes características:

- Capacidad de almacenamiento: 128 GB
- Pantalla:
  - Super Retina XDR
  - Tecnología OLED, diagonal de 6.7"
  - Resolución de 2796 x 1290 píxeles a 460 ppp
  - High Dynamic Range
- Protección contra los elementos: IP68
- Procesador:
  - Proceso de fabricación de 4 nm
  - CPU de 6 núcleos, con 2 de alto rendimiento y otros 4 optimizados para eficiencia
  - Neural Engine de 16 núcleos
  - GPU de 5 núcleos
  - 4 GB RAM
- Batería: 4383 mAh, carga inalámbrica hasta 15 W
- Comunicaciones:
  - 5G NR (sub-6 GHz) y 5G NR mmWave con 4x4 MIMO
  - Gigabit LTE con 4x4 MIMO
  - Wi-Fi 6 (802.11ax) con 2x2 MIMO
  - Bluetooth 5.3
  - Ultra Wide Band
  - NFC
- Sistema operativo: iOS

Requisitos de las cuatro (4) gafas de realidad mixta (L5.MRGASSES)

**Requisito L5.MRGASSES1:**

Las cuatro gafas de realidad mixta deben tener, como mínimo, las siguientes características:

- Sistema
  - Sistema operativo: Android
  - Chipset: Qualcomm Snapdragon XR2 Gen 2
  - CPU: 8 núcleos
  - GPU: Adreno 740
  - Memoria: 8GB RAM
  - Capacidad de almacenamiento: 128 GB
- Display:
  - 2 x LCD binoculares
  - Resolución: 2064 x 2208 píxeles por ojo
  - Tasa de refresco: 90 Hz
  - Máxima densidad de píxeles: 25 ppd (píxeles por grado)
  - Campo de visión visible: 110º horizontal, 96º vertical
- Seguimiento:

- Tipo de seguimiento: 6 DoF (grados de libertad) a través de 4 cámaras integradas y un sensor de profundidad
- Seguimiento de manos: Si
- Seguimiento de cuerpo: Seguimiento de la parte alta del cuerpo, con estimación de la posición de las piernas.
- Seguimiento de dedos: Seguimiento parcial a través de sensores capacitivos
- Conectividad:
  - WiFi 6E
  - Bluetooth 5.2
  - Puerto USB-C
- Otros:
  - Altavoces estéreo integrados
  - Conector para audio de 3.5 mm
  - Batería de 4879 mAh
- **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 6**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

#### Requisitos de las cuatro (4) superficies inteligentes reconfigurables (L6.RIS)

##### **Requisito L6.RIS1: Funcionalidad general**

Las superficies inteligentes deben permitir controlar la propagación de la señal radio que incide en su superficie. Las superficies inteligentes han de utilizar matrices de reflectores para potenciar la intensidad de la señal 5G en entornos inalámbricos redirigiendo las señales a ubicaciones específicas. Las superficies inteligentes deben aplicar la formación de haces pasivos en una amplia gama de ángulos de barrido que pueden dirigirse específicamente a las zonas que lo necesiten.

##### **Requisito L6.RIS2: Modularidad**

Las superficies inteligentes deben ser modulares, para permitir adaptar la escala de la superficie reflectante a diferentes usos. Para ello, múltiples superficies inteligentes deben poder conectarse entre ellas, creando de este modo una superficie inteligente de mayores dimensiones.

##### **Requisito L6.RIS3: Control**

La superficie inteligente debe ser controlable remotamente, con la capacidad para poder especificar de forma dinámica las direcciones hacia donde se focaliza la radiación incidente.

##### **Requisito L6.RIS4: Características**

Las superficies inteligentes deben tener las siguientes características:

- 4 superficies inteligentes deben tener al menos 10x10 elementos reflectores y trabajar en la banda desde 3GHz a 6GHz.

##### **Requisito L6.RIS5: Plazo de entrega**

Las superficies inteligentes deben ser entregadas a i2CAT como máximo 5 semanas después de la firma del contrato con el contratista.

- **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 7**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

Requisitos de los Suministro de tres (3) conmutadores de nivel 2 y de dos puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT (L7.CONMSEC)

### **Requisito L7.CONMSEC1: Características generales**

Los tres conmutadores de nivel 2 integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Todos los equipos y programas serán de marca registrada.
- Todo el hardware y el software son nuevos, según la utilización previa.
- Todo el hardware y software debe estar vigente, encontrarse en período de comercialización del producto, sin que el fabricante haya anunciado su discontinuidad o sustitución por nuevos modelos.
- Todo el hardware y software debe gestionarse desde una única plataforma de gestión, que implemente las necesidades de configuración de monitorización descritas.
- Los equipos tendrán formato y accesorios adecuados para el montaje en rack estándar de 19" de ancho y 600 mm o 1000 mm de fondo, incluyendo espacio necesario para conexiones, cables y similares. Provisión de los accesorios necesarios para montaje en el rack.
- Los equipos se alimentarán con fuentes de alimentación AC 220V y 50Hz.
- Cables alimentación.
- Se requiere soporte de todos los estándares habituales de mercado.
- Es necesario incluir todo el licenciamiento necesario para todas las opciones solicitadas.
- Suministro de todos los materiales y accesorios necesarios para la interconexión de los conmutadores con otros equipos. Esto incluye las ópticas, los cables de conexión de FO, los módulos y cables específicos, los cables de alimentación, los cables de stack, los cables de consola y cualquier otro elemento que resulte necesario.
- Las ópticas (transceivers) necesarias en los equipos conmutadores, (GBIC, SFP, SFP+, QSFP, QSFP+, ...) serán del mismo fabricante que el fabricante de los equipos. No se admiten ópticas compatibles ni reacondicionadas (refurbished).
- Todos los equipos suministrados procederán del canal formal de distribución y mantenimiento que tenga el fabricante en el país.
- Los equipos se deben integrar en un modelo de gestión automatizada mediante un paradigma Security Fabric y la implementación de un modelo de seguridad proporcionado por la propia red.
- Garantía de 3 años.

### **Requisito L7.CONMSEC2: Rendimiento**

Los tres conmutadores de nivel 2 integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Capacidad de commutación mínima: 170 Gbps
- Latencia máxima: 1 us
- DRAM: 512 MB DDR3
- Almacenamiento de direcciones MAC: 32000
- Número de VLANs: 4000

### **Requisito L7.CONMSEC3: Conectividad y características físicas**

Los tres conmutadores de nivel 2 integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- 1 puerto de consola.
- Instalación en rack de 19" y no más de 1 RU.
- Capacidad de ampliar puertos de la appliance de seguridad con la adición de conmutadores externos, que se gestionen de forma única y del propio fabricante.

- En caso de que el equipamiento permita ampliaciones modulares de interfaces, será necesario que todos los módulos de ampliación estén equipados con interfaces como mínimo de las mismas velocidades que se solicitan por los puertos mínimos obligatorios.
- En caso de que el equipo soporte ampliaciones de memoria RAM, será necesario que el appliance esté equipado con el máximo de capacidades RAM.
- 4 x 10GE SFP+
- 48 x GE RJ45, de los cuales 24 son puertos PoE
- Memoria FLASH de 64 MB
- Consumo máximo inferior a 480 W

#### **Requisito L7.CONMSEC4: Conectividad y características físicas**

Los tres commutadores de nivel 2 integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Capacidad de gestión de los equipos desde los equipos cortafuegos pero también mediante acceso vía web (HTTPS) y terminal (SSH) por la total configuración de los protocolos y funcionalidades de los commutadores.
- Creación de diferentes tipos de usuario por la administración, pudiendo aplicar distintos roles o perfiles, así como definir redes de origen confiables. Es necesaria también la posibilidad de crear usuarios de tipo REST-API.
- Soporte de SNMP y sFlow.
- Exportación de logs vía SYSLOG, FTP, SCP y TFTP.

#### **Requisito L7.CONMSEC5: Networking L2**

Los tres commutadores de nivel 2 integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- IEEE 802.1D MAC Bridging/STP
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)
- IEEE 802.1Q VLAN Tagging
- IEEE 802.3ad Link Aggregation with LACP
- Unicast/Multicast traffic balance over trunking port
- IEEE 802.1AX Link Aggregation
- IEEE 802.3x Flow Control and Back-pressure
- IEEE 802.3 10Base-T
- IEEE 802.3u 100Base-TX
- IEEE 802.3z 1000Base-SX/LX
- IEEE 802.3ab 1000Base-T
- IEEE 802.3ae 10 Gigabit Ethernet
- IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet
- IEEE 802.3bz Multi Gigabit Ethernet
- IEEE 802.3 CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications
- MAC, IP, Ethertype-based VLANs
- Per-port storm control
- Priority-based Flow Control (802.1Qbb)
- IEEE 802.1ad QinQ
- Buffers de paquetes compartidos dinámicamente

#### **Requisito L7.CONMSEC6: Networking L3**

Los tres commutadores de nivel 2 integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Encaminamiento estático

- Encaminamiento dinámico: OSPFv2, RIPv2, VRRP, BGP
- ECMP
- Bidirectional Forwarding Detection (BFD)
- DHCP Relay
- Servidor DHCP
- Unicast Reverse Path Forwarding - uRPF
- IPv6 route filtering

**Requisito L7.CONMSEC7: Seguridad y visibilidad**

Los tres commutadores de nivel 2 integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Integrable con la arquitectura de Security Fabric de i2CAT, basada en la plataforma Fortinet Security Fabric.
- Port Mirroring
- Admin Authentication Via RFC 2865 RADIUS
- IEEE 802.1X Authentication Port-based
- IEEE 802.1X Authentication MAC-based
- IEEE 802.1X Guest and Fallback VLAN
- IEEE 802.1X MAC Access Bypass (MAB)
- IEEE 802.1X Dynamic VLAN Assignment
- Radius CoA (Change of Authority)
- Radius Accounting
- MAC-IP Binding
- ACL
- IEEE 802.1ab Link Layer Discovery Protocol (LLDP)
- IEEE 802.1ab LLDP-MED
- IEEE 802.1ae MAC Security (MAC Sec)
- DHCP-Snooping
- IEEE 802.1X open auth
- IEEE 802.1X EAP pass-through
- ACL Multistage
- ACL Multiple Ingress
- ACL Schedule
- Per-port and per-VLAN MAC learning limit
- Assign VLANs via Radius attributes (RFC 4675)
- Wake on LAN

**Requisitos del suministro de dos (2) puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT (L7.APSEC)****Requisito L7.APSEC1: Funcionalidad general**

Los dos puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Todos los equipos y software serán de marca registrada.
- Todo el hardware y software debe ser novedoso, sin utilización previa.
- Todo el hardware y software debe estar vigente, encontrarse en período de comercialización del producto, sin que el fabricante haya anunciado su discontinuidad o sustitución por nuevos modelos.
- Garantía de 3 años.
- Los puntos de acceso inalámbricos tendrán que ser del mismo fabricante que los cortafuegos.

- Se requiere soporte de todos los estándares habituales de mercado.
- Es necesario incluir todo el licenciamiento necesario para todas las opciones solicitadas.
- Suministro de todos los materiales y accesorios necesarios para la interconexión de los puntos de acceso con otros equipos.
- Todos los equipos suministrados procederán del canal formal de distribución y mantenimiento que tenga el fabricante en el país.
- Los equipos se deben integrar en un modelo de gestión automatizada mediante un paradigma Security Fabric y la implementación de un modelo de seguridad proporcionado por la propia red.
- En cualquier lugar donde se llame una normativa estándar hay que entender que también se acepta como válida una normativa posterior que actualice y mejore la normativa indicada.

#### **Requisito L7.APSEC2: Interfaces radio**

Los dos puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Los puntos de acceso tienen que estar equipados con 3 interfaces radio como mínimo.
- Características de la radio 1
  - Banda de frecuencia: 2.4 GHz
  - Ancho de banda por canal: 20/40 MHz
  - Modulaciones: BPSK, QPSK, 64/256/1024 QAM
  - MIMO: 2 x 2 service
  - Máxima velocidad de datos: 574 Mbps
  - Máximo número de clientes concurrentes: 512
- Características de la radio 2
  - Banda de frecuencia: 5.0 GHz
  - Ancho de banda por canal: 20/40/80/80+80 MHz
  - Modulaciones: BPSK, QPSK, 64/256/1024 QAM
  - MIMO: 2 x 2 service
  - Máxima velocidad de datos: 1201 Mbps
  - Máximo número de clientes concurrentes: 512
- Características de la radio 3
  - Banda de frecuencia: 2.4GHz, 5.0GHz i 6.0GHz
  - Ancho de banda por canal: 20/40/80/160MHz
  - Modulaciones: BPSK, QPSK, 64/256/1024 QAM
  - MIMO: 2 x 2 service y escaneado de frecuencias
  - Máxima velocidad de datos: 2401 Mbps
  - Máximo número de clientes concurrentes: 512

#### **Requisito L7.APSEC3: Conectividad y características físicas**

Los dos puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- 3 interfaces radio (L7.ASPEC2)
- 1 puerto de consola.
- 1 puerto USB.
- 1 puerto GE RJ45

#### **Requisito L7.APSEC4: Networking y seguridad**

Los dos puntos de acceso inalámbricos integrables en la arquitectura de Security Fabric de i2CAT deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Protocolos del IEEE soportados: 802.11a, 802.11b, 802.11d, 802.11e, 802.11g, 802.11h, 802.11i, 802.11j, 802.11k, 802.11n, 802.11r, 802.11v, 802.11w, 802.11ac, 802.11ax, 802.1Q, 802.1X, 802.3ad, 802.3af, 802.3at, 802.3az, 802.3bz.
  - Otras funcionalidades:
    - Power over Ethernet (PoE)
    - Soporte para diversos tipos de SSID: Local-Bridge, Mesh y Tunnel.
    - OFDMA
    - UL-MU-MIMO
    - DL-MU-MIMO
    - Enhanced Target Wake Time (TWT)
    - Reuso espacial (BSS Coloring)
    - Capacidades de monitorización inalámbrica
      - Analizador de espectro
      - Analizador de paquetes
  - Métodos de autenticación soportados:
    - WPA, WPA2, y WPA3 con 802.1x o clave previamente compartida
    - WEP
    - Portal Web Cautivo
    - Lista de MACs bloqueadas y permitidas
- **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 8**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

#### Requisitos de las dos (2) plataformas dron de última generación (L8.DRON)

##### **Requisito L8.DRON1: Aeronave**

Las dos plataformas dron de última generación deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Dimensiones (desplegada, sin hélices): 810 × 670 × 430 mm
- Dimensiones (plegada, con hélices): 430 × 420 × 430 mm
- Distancia diagonal entre ejes: 895 mm
- Peso máximo de despegue: 9.2 kg
- Precisión de posicionamiento RTK:
  - 1 cm + 1 ppm (horizontal)
  - 1.5 cm + 1 ppm (vertical)
- Ángulo máximo de inclinación: 30º
- Velocidades máximas:
  - Ascenso: 6 m/s
  - Descenso (vertical): 5 m/s
  - Descenso (en ángulo): 7 m/s
  - Horizontal: 23 m/s
- Altitud máxima de vuelo: 5.000 m
- Resistencia máxima al viento: 12 m/s
- Tiempo máximo de vuelo: 55 minutos
- Índice de protección: IP55
- Sistemas globales de navegación por satélite: GPS + Galileo
- Clase: C3 (UE)
- 3 años de garantía

##### **Requisito L8.DRON2: Control remoto**

Las dos plataformas dron de última generación deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Pantalla: Pantalla táctil LCD de 7.02 pulgadas; resolución: 1920x1200
- Batería integrada: Li-ion (6500 mAh)
- Conectividad: WiFi 6, Bluetooth 5.1
- Índice de protección: IP54

#### **Requisito L8.DRON3: Batería de vuelo**

Las baterías de vuelo de las dos plataformas dron de última generación deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Capacidad: 5880 mAh
- Voltaje: 44.76 V
- Tipo: Li-ion
- Energía: 263 Wh

#### **Requisito L8.DRON4: Sistemas adicionales**

Las dos plataformas dron de última generación deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Sistema de transmisión de vídeo:
  - Antena: 4 antenas de transmisión de vídeo, 2T4R
  - Distancia máxima de transmisión libre de obstáculos: 20 km (FCC)
- Sistema de visión
  - Rango de detección de obstáculos:
    - Superior/Inferior: 0.6 - 30 m
    - Delantera/trasera/izquierda/derecha: 0.7 - 40 m
  - Campo de visión:
    - Delantera/trasera/inferior: 65º horizontal y 50º vertical
    - Izquierda/derecha/superior: 75º horizontal y 60º vertical
- Sistema de detección por infrarrojos
  - Rango de detección de obstáculos: 0.1 - 8 m
  - Campo de visión: 30º (+- 15º)

#### [Requisitos del enjambre de mini-drones programables \(L8.SWARM\)](#)

#### **Requisito L8.SWARM1: Sistema de posicionamiento**

El enjambre de mini-drones programables debe incluir un sistema de posicionamiento con las siguientes especificaciones:

- Nodos de posicionamiento: El sistema de posicionamiento debe contar con ocho (8) nodos, con las siguientes características:
  - Modos de funcionamiento: soporta el modo ancla, el modo etiqueta y el modo rastreador.
  - Microcontrolador Cortex M0 o equivalente a 48 MHz, 16 kB memoria SRAM, 128 kB memoria Flash.
  - Implementa IEEE 802.15.4 UWB
  - Consumo máximo: 180 mA
  - Frecuencias radio de operación: entre 3.2 GHz y 7 GHz
  - Ancho de banda de canal: 500 MHz
- Etiquetas de posicionamiento: El sistema de posicionamiento debe contar con diez (10) etiquetas, con las siguientes características:
  - Funcionalidad: Miden la distancia a los nodos de posicionamiento
  - Se deben poder montar arriba o abajo del mini-dron programable

- Peso máximo de cada etiqueta: 3.5 gr
- Implementa IEEE 802.15.4 UWB
- Consumo máximo: 150 mA
- Frecuencias radio de operación: entre 3.2 GHz y 7 GHz
- Ancho de banda de canal: 500 MHz
- Precisión: +- 10 cm
- Máxima distancia medible: 10 m

### **Requisito L8.SWARM2: Mini-drones programables**

El enjambre de mini-drones programables debe contar con 10 mini-drones programables, cada uno de ellos con las siguientes características:

- Microcontrolador Cortex M4 o equivalente a 168 MHz, 192 kB memoria SRAM, 1 MB memoria Flash
- Microcontrolador Cortex M0 o equivalente a 48 MHz, 16 kB memoria SRAM, 128 kB memoria Flash
- EEPROM de 8 kB
- Conectividad USB
- Sensor de presión de alta precisión, acelerómetro y giroscopio
- Cargador de LiPo incorporado en el dron, con modos de carga a 100 mA, 500 mA y 980 mA
- Soporte para antena dual: antena en el dron y conector U.FL
- Banda radio ISM a 2.4 GHz
- Tiempo de vuelo de 7 minutos
- Tiempo de carga de batería de 40 minutos
- Clientes soportados: Windows, Linux, Mac OSX
- Dispositivos soportados: Dispositivos móviles Android o iOS

### **Requisito L8.SWARM3: Otros componentes**

El enjambre de mini-drones programables debe contar también con los siguientes componentes:

- Veinte (20) baterías LiPo de 350 mAh
- Diez (10) cargadores LiPo USB de 500 mA
- Tres (3) amplificador de potencia radio con las siguientes características:
  - Conector RP-SMA
  - Conector USB-A
  - 20 dBm de potencia de salida, 100 mW
  - Banda radio ISM a 2.4 GHz
  - 125 canales radio
  - Velocidad de comunicación de datos: 2 Mbps, 1 Mbps y 250 kbps
  - Antena duck de 2 dBi
- **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 9**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

### **Requisitos de la licencia permanente del software Matlab (L9.MATLAB)**

#### **Requisito L9.MATLAB1: Tipo de licencia**

La licencia de Matlab tiene que ser una licencia perpetua y de tipo usuario designado en red. Esta licencia autoriza a un número específico de usuarios designados a instalar y ejecutar productos MathWorks a través de una red, administrados bajo una única licencia. Una licencia de usuario

designado en red puede incluir varios productos, cada uno con el mismo o diferente número de usuarios con licencia.

### **Requisito L9.MATLAB2: Productos de Matlab incluidos en la licencia**

La licencia de Matlab tiene que incluir los siguientes productos.

- 2 MATLAB (ML)
- 2 Simulink (SL)
- 1 5G Toolbox (5G)
- 1 Antenna Toolbox (AA)
- 1 Communications Toolbox (CM)
- 1 DSP System Toolbox (DS)
- 1 Optimization Toolbox (OP)
- 1 ROS Toolbox (RR)
- 1 Signal Processing Toolbox (SG)
- 1 Simulink 3D Animation (VR)
- 1 UAV Toolbox (UV)

#### **○ Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 10**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

### **Requisitos de la licencia permanente de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores (L10.KUBCON)**

### **Requisito L10.KUBCON1: Funcionalidad de gestión de contenedores**

La licencia permanente de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores debe proporcionar acceso a una funcionalidad de gestión de contenedores con las siguientes características:

- Gestión multicluster: Vistas consistentes de múltiples clusters de contenedores, desplegados en una diversidad de nubes públicas y privadas.
- Cumplimiento con estándares de abiertos: Soporte de OCI (Open Containers Initiative), formato Docker de contenedores, soporte de Kubernetes certificado por CNCF (Cloud Native Computing Foundation) para la orquestación de contenedores.
- Portabilidad de contenedores: Imágenes de contenedores creadas según el estándar de la industria OCI para garantizar la portabilidad entre las estaciones de trabajo de los desarrolladores y los entornos de producción.
- Nodos remotos: Soporte de despliegue de nodos trabajadores en sitios remotos.
- Instalación y actualizaciones automáticas de la plataforma: Disponibles en las principales nubes públicas - Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform y Microsoft Azure - y en centros de datos "on premises" a través de VMWare, Nutanix, OpenStack y máquinas sin virtualizar ("bare metal").
- Automatización: Automatización del ciclo de vida de aplicaciones basada en contenedores, incluyendo su compilación, despliegue, escalabilidad y monitorización.
- Interfaces de usuario: Los desarrolladores y los administradores de la plataforma deben poder interactuar con la plataforma a través de línea de comandos, una interfaz web y entornos de desarrollo de código basados en Eclipse.
- Integración y despliegue continuos: Soporte y automatización del despliegue de herramientas de integración continua (CI, Continuous Integration) y despliegue continuo (CD, Continuous Deployment).

### **Requisito L10.KUBCON2: Funcionalidad de gestión de clusters de Kubernetes**

La licencia permanente de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores debe proporcionar acceso a una funcionalidad de gestión de clusters de Kubernetes con las siguientes características:

- Modalidad “bare-metal”, 1 o 2 sockets hasta 64 núcleos.
- Garantía de 3 años
- Observabilidad a través de múltiples clusters de Kubernetes
  - Monitorización del estado: Capacidad de ordenar, filtrar y escanear clústeres individuales y cargas de trabajo de los usuarios, así como de clústeres agregados. Recopilación de métricas predefinidas y personalizadas, con almacenamiento de larga duración. Soporte para cuadros de mando.
  - Agregación de alertas: Capacidad de centralizar las alertas de múltiples clusters, y de notificar a plataformas de mensajería o gestión de incidencias de terceros (como Slack o PagerDuty).
  - Cumplimiento de políticas centralizado: Vista de cumplimiento de políticas centralizada, permitiendo visibilizar de forma escalable las políticas de organizaciones grandes o con muchas divisiones estrictas.
- Gestión unificada del ciclo de vida de múltiples clusters
  - Proveedores de nube pública soportados: Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform.
  - Softwares de virtualización soportados: OpenStack, VMWare VSphere.
  - Gestión del ciclo de vida de los clusters: Creación e importación de clusters. Escalado de grupos de nodos de trabajadores con configuración de escalado automático. Agrupación de clústeres en grupos para definir reglas compartidas de control de acceso.
  - Integración con la plataforma de automatización Ansible.
  - Creación y gestión de redes virtuales entre múltiples clusters.
- Gobernanza basada en políticas, riesgo y cumplimiento
  - Plantillas de políticas. Plantillas preconfiguradas para el cumplimiento de políticas en la configuración de Kubernetes, identidad y control de acceso, gestión de certificados, y otros a través de múltiples clusters.
  - Cuadro de mando de gobernanza y riesgo. Para ver y gestionar los riesgos de seguridad y las violaciones de políticas en clusters y aplicaciones.
- Gestión avanzada del ciclo de vida de las aplicaciones
  - Vista de la topología de la aplicación. Visualización del estado de los puntos finales y pods del servicio con todas las dependencias conectadas, como: versiones de imágenes, reglas de ubicación asociadas y recursos de Kubernetes.
  - Reglas de ubicación. Capacidad de desplegar cargas de trabajo en clusters específicos, sobre la base de definiciones de reglas de ubicación y ventanas de tiempo para controlar cuándo y dónde se despliegan las aplicaciones.
  - Constructor de aplicaciones. Creación intuitiva de aplicaciones, utilizando formularios con ayuda contextual para definir los componentes de una aplicación sin tener que lidiar directamente con YAML.

#### **Requisito L10.KUBCON3: Funcionalidad de protección de cargas de trabajo**

La licencia permanente de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores debe proporcionar acceso a una funcionalidad de protección de cargas de trabajo con las siguientes características:

- Visibilidad.
  - Vista completa del entorno de Kubernetes, incluidas todas las imágenes, pods, implementaciones, espacios de nombres y configuraciones.
  - Detección y muestra del tráfico de red en todos los clusters que abarcan espacios de nombres, implementaciones y pods.

- Captura eventos críticos a nivel del sistema en cada contenedor para la detección de incidentes.
- Gestión de vulnerabilidades.
  - Detección de amenazas a nivel de Host.
  - Análisis de imágenes en busca de vulnerabilidades conocidas en lenguajes, paquetes y capas de imágenes específicas.
  - Resalte de las vulnerabilidades y despliegue de imágenes más riesgosas para priorizar la respuesta.
  - Correlación de las vulnerabilidades con los espacios de nombres, los despliegues en ejecución y las imágenes.
  - Clasificación de los hallazgos por plataforma, nodo y carga de trabajo para simplificar el seguimiento y la propiedad.
  - Aplique políticas basadas en detalles de vulnerabilidad en la compilación, la implementación y el tiempo de ejecución.
  - Integración con soluciones de terceros para proporcionar notificaciones de vulnerabilidad en las herramientas de gestión de incidentes (Jira y ServiceNow).
- Cumplimiento.
  - Evaluación del cumplimiento de los controles técnicos de los marcos regulatorios y de seguridad, incluidos CIS, la industria de tarjetas de pago (PCI), NIST SP 800-53, DISA STIG y NERC-CIP.
  - Visualización del cumplimiento general de los controles de cada estándar con la capacidad de exportar evidencias para los auditores.
  - Desglose de los resultados de cumplimiento para identificar clústeres, espacios de nombres, nodos o espacios de nombres de despliegues que requieren una solución.
  - Programación de análisis de cumplimiento y automatización de la creación de informes basados en evidencia.
- Segmentación de red.
  - Visualización del tráfico permitido y activo entre espacios de nombres, despliegues y pods, incluidas las exposiciones externas en tiempo de ejecución.
  - Identificación de los procesos en ejecución que escuchan en los puertos.
  - Identificación de tráfico de red anómalo; aplicación de políticas de tiempo de ejecución.
  - Creación de políticas de red de Kubernetes mediante el análisis de los manifiestos de la aplicación antes de la implementación.
- Perfil de riesgo.
  - Clasificación de forma heurística de los despliegues en ejecución según su riesgo de seguridad general combinando factores como vulnerabilidades, violaciones de políticas de configuración y actividad en tiempo de ejecución.
  - Seguimiento de los cambios en la postura de seguridad de sus implementaciones de Kubernetes para validar el efecto de las acciones del equipo de seguridad.
- Detección y respuesta en tiempo de ejecución.
  - Monitorización de eventos para detectar actividad anómala que indique una amenaza con correlación con objetos de Kubernetes.
  - Implementación de una respuesta automatizada no destructiva mediante controles nativos de Kubernetes con un efecto mínimo en las operaciones.
  - Políticas predefinidas para detectar minería de criptomonedas, escalada de privilegios y diversas vulnerabilidades.
  - Monitorización de eventos de administración de Kubernetes y bloqueo de comportamientos maliciosos.
  - Integración con soluciones externas de gestión de eventos de integración de seguridad (SIEM) y orquestación, automatización y respuesta de seguridad (SOAR) para impulsar flujos de trabajo de remediación.

**Requisito L10.KUBCON4: Funcionalidad de servicios de datos**

La licencia permanente de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores debe proporcionar acceso a una funcionalidad de servicios de datos con las siguientes características:

- Tipos de almacenamiento soportados.
  - Kubernetes RWO (bloque, archivo)
  - Kubernetes RWX (archivo compartido, bloque compartido)
  - Almacenamiento de objetos (compatible con S3)
  - Almacenamiento en modo interno (en el clúster)
  - Instantáneas de volumen
  - Cifrado de todo el clúster
  - Puerta de enlace de objetos multicloud
  - Copia de seguridad y recuperación de espacios de nombres nativos con API de OpenShift para protección de datos (OADP)
- Continuidad de negocio y recuperación de desastres. Las interfaces de copia de seguridad y recuperación de datos compatibles con clústeres incluyen copia de seguridad y recuperación de espacios de nombres para cargas de trabajo individuales, aplicaciones y servicios de clúster.
- Multicloud gateway.
  - Contenedores de objetos. Deben brindar almacenamiento de datos con duplicación, propagación, cifrado y un enfoque de niveles compatible con múltiples dispositivos.
  - Contenedores de espacios de nombres. Se pueden utilizar para las capacidades de federación de datos para organizar, configurar y administrar diversos recursos de datos sin tener que copiar conjuntos de datos.
- Mejora de la seguridad de los datos.
  - Cifrado extremo a extremo. El cifrado de extremo a extremo entre el cluster y los clientes proporciona una mayor seguridad de los datos en todo el cluster.
  - Cifrado persistente a nivel de volumen. Cifrado de datos a nivel de volumen persistente mediante un servicio de administración de claves que le permita al usuario traer su propia clave.
  - Integración con servicios de gestión de claves. Integración con servicios de gestión de claves. La compatibilidad con el Protocolo de interoperabilidad de administración de claves (KMIP) integra el cifrado con las claves proporcionadas por el cliente.

**Requisito L10.KUBCON5: Funcionalidad de registro de software centralizado**

La licencia permanente de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores debe proporcionar acceso a una funcionalidad de registro de software centralizado con las siguientes características:

- Almacenaje de contenedores con funcionalidad extra. Almacenaje de aplicaciones de forma privada, con potentes configuraciones de acceso y autenticación controlables por el usuario.
- Control de acceso granular. Reglas de acceso detalladas para aislar diferentes grupos de usuarios o habilitar de manera efectiva la colaboración en contenido compartido.
- Construcción y despliegue de contenedores eficientes. Automatización de la creación de contenedores al integrarse con GitHub, Bitbucket y más. Las cuentas de robot permiten implementaciones automáticas de software sin revelar las credenciales de usuario.
- Busca continua de informes sobre vulnerabilidades. Indexación automática de las imágenes recién enviadas. Informes sobre los CVE coincidentes en tiempo real gracias a las actualizaciones constantes de las bases de datos de vulnerabilidades en segundo plano, incluso en entornos sin conexión.
- Gestión de cuotas. Para múltiples clústeres de diferentes departamentos o empresas, las cuotas predeterminadas y personalizadas para todo el registro permiten administrar el crecimiento del almacenamiento.

- Cache de imágenes para los registros externos. caché transparente de imágenes almacenadas en otros registros de contenedores para aumentar el rendimiento y evitar la limitación de la tasa de extracción.
- Autenticación empresarial. Integrate into existing authentication providers Integración con proveedores de autenticación existentes con el Protocolo ligero de acceso a directorios (LDAP) o OpenID Connect (OIDC).

**Requisito L10.KUBCON6: Otros**

La licencia permanente de gestión de clusters de Kubernetes y contenedores debe proporcionar las siguientes características:

- Posibilidad de instalar el software en 1 servidor con CPU de 1 o 2 sockets y hasta 64 núcleos
  - **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 11**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

**Requisitos de los tres (3) robots ligeros con forma de Rover (L11.ROVER)****Requisito L11.ROVER1: Plataforma**

La plataforma de los tres robots ligeros con forma de Rover debe cumplir con las siguientes características:

- Tamaño y rendimiento
  - Peso máximo (sin carga): 7 Kg
  - Dimensiones máximas: 45x45x32 cm
  - Velocidad lineal: hasta 0.4 m/s
  - Velocidad angular máxima: hasta 60 grados/s
  - Protección: Cumple con estándar IP55
  - Tiempo estimado de funcionamiento sin recargar la batería: Alrededor de 4 horas de conducción
- Carga
  - Capacidad de carga: 5 Kg
  - Interfaces de conexión para la carga: miniUSB, punto de acceso WiFi
- Batería
  - Capacidad: 5800 mAh
  - Corriente máxima: 8A
  - Voltaje: 11.1V DC
- Cámara
  - Resolución: 5 Megapíxeles
  - Objetivo: Ojo de pez con campo de visión de 160°
- Conectividad
  - Punto de acceso WiFi a 2.4 o 5 GHz, con antena externa.
  - A través de la Raspberry Pi montada en el robot:
    - Conectividad WiFi 2.4 o 5 GHz a través de las antenas de la RPi montada en el robot.
    - 2 puertos USB
    - 1 puerto RJ45 Ethernet
    - 1 puerto de display
    - Bluetooth 5.0 con soporte para Bluetooth Low Energy (BLE)

- Controlador
  - 1 Raspberry Pi (o equivalente)
  - 1 Microcontrolador de tiempo real
- Sistema operativo
  - Ubuntu 20.04 + ROS (Robot Operating System) Noetic 0
  - Ubuntu 22.04 + ROS2 (Robot Operating System) Humble
- Interfaz web de control
  - Control del rover a través del teclado o un joystick virtual
  - Visualización del video de la cámara a través de streaming
  - Botones para reiniciar y apagar el rover
- Garantía de 3 años

**Requisito L11.ROVER2: Accesorios comunes a los 3 rovers**

Cada uno de los tres robots ligeros en forma de Rover debe incluir los siguientes accesorios:

- Robots ensamblados: Los tres rovers deben entregarse completamente ensamblados y listos para su uso.
- Un (1) LIDAR para cada robot (tres (3) en total): Debe ser integrable en el rover, y proporcionar las siguientes características:
  - Escaneo completo de 360°
  - Resolución angular de 0.45°
  - Rango de medida de 0.2 a 12 m
  - Frecuencia de muestreo de 8 kHz
  - Velocidad rotacional de 10 Hz

**Requisito L11.ROVER3: Accesorios adicionales para uno de los 3 rovers**

Uno de los tres robots ligeros debe tener los siguientes accesorios adicionales:

- Un (1) Mástil de cámara universal: Ofrece movimiento horizontal y vertical de 180°, lo que garantiza un montaje seguro para la mayoría de las cámaras en la plataforma rover.
- Una (1) placa tipo sándwich: Mejora la funcionalidad del Rover al proporcionar una superficie de montaje adicional para LiDAR, cámaras y otros equipos. Permite una elevación de 40 u 80 mm por encima de la placa de montaje original.
- Un (1) conjunto de ruedas omnidireccionales: Conjunto de 4 ruedas que permiten al rover moverse en cualquier dirección sin cambiar su orientación.
- Una (1) estación de carga: Debe contar con un indicador de nivel de batería y una placa AR-Tag para permitir capacidades de acoplamiento autónomo. Características:
  - Voltaje: 12V
  - Corriente de carga: 3A
  - Tiempo estimado de carga: 2h
- Un (1) módulo “PowerBox”: Debe permitir al rover proporcionar cuatro tomas de corriente de 12V CC, cuatro tomas de corriente de 5V CC a través de un convertidor de 12V-5V 9A y una toma de batería de acceso externo.
- Un (1) brazo robótico: Debe ser integrable en el rover, y proporcionar las siguientes características:
  - 4 grados de libertad
  - 800 gr de peso máximo
  - Capacidad de carga de 50 gr
  - 30 cm de alcance
  - 60 cm de envergadura
  - Soporte de ROS (Robot Operating System).

- Una (1) Batería adicional de alta capacidad: Batería para el rover, con las siguientes características:
  - Capacidad de 15 mAh
  - Tiempo de carga de 3 horas (cargador de 5A) u 8 horas (cargador de 2A)
  - Proporciona hasta 10 horas de conducción o 20 horas de streaming de vídeo

**Requisito L11.ROVER4: Accesorios adicionales para dos de los 3 rovers**

Dos de los tres robots ligeros debe tener los siguientes accesorios adicionales (cada uno):

- Una (1) cámara estéreo para cada Rover - dos (2) en total - con las siguientes características:
  - Peso máximo: 170 g
  - Dimensiones máximas: 17.5x3x3.2 cm
  - Consumo: 380mA / 5V, a través de USB
  - Resolución de salida
    - 2x(2208x1242) @15fps
    - 2x(1920x1080) @30fps
    - 2x (1280x720) @60fps
    - 2x (672x376) @100fps
  - Campo de visión máximo:
    - 110º horizontal
    - 70º vertical
    - 120º profundidad
  - Conectividad: USB (2.0 y 3.0)
  - Sensores de movimiento: giroscopio, acelerómetro, magnetómetro
  - Sensores de entorno: barómetro, temperatura

**Requisitos del robot ligero indoor (L11.INDOOR)****Requisito L11.INDOOR1: Plataforma**

La plataforma del robot ligero para interiores debe cumplir con las siguientes características:

- Tamaño y rendimiento
  - Dimensiones máximas: 35x34x35 cm
  - Peso máximo: 4 kg
  - Carga máxima: 15 kg
  - Velocidad máxima: 0.31 m/s
  - Velocidad rotacional máxima: 1.9 rad/s
- Batería
  - Capacidad: 1805 mAh
  - Voltaje: 14.4V
  - Tiempo de carga: 2.5h
  - Tiempo de operación del robot: De 2.5h a 4h
- Estación base para carga acoplada
- Ordenador de a bordo: Raspberry Pi 4B o equivalente
- LIDAR 2D:
  - Alcance de 0.15m a 12m
  - Tasa de muestreo: 8 kHz
  - Rango angular de 360º
  - Resolución angular de 1º
- Cámara: 4K RGB con auto enfoque
- Sensores:
  - 4 sensores infrarrojos de desnivel

- 6 sensores infrarrojos de obstáculos
- 1 odómetro
- 1 giroscopio 3D
- 1 acelerómetro 3D
- Otros:
  - Display OLED 124x68
  - 1 altavoz
  - Zonas de parachoques delanteros
- Sistema operativo
  - Ubuntu 20.04, ROS 2 (Real time Operating System)
- Garantía de 3 años

#### Requisitos de la plataforma robótica móvil (L11.PLATFORM)

##### **Requisito L11.PLATFORM1: Plataforma**

La plataforma robótica móvil debe cumplir con las siguientes características:

- Tamaño y rendimiento
  - Dimensiones máximas: 73x62x42 cm
  - Peso: 65 kg
  - Carga máxima: 65 kg
  - Velocidad: Hasta 3 m/s
  - Grado de protección: IP50
  - Ángulo máximo de escalada: 80º
- Batería
  - Capacidad: 15 Ah
  - Voltaje: 48V
  - Autonomía: Hasta 5 horas
- Ordenador de a bordo:
  - CPU 10/11th Generation Core™ i7
  - 250 GB almacenamiento M.2 SSD
  - 32 GB RAM DDR4
- Comunicaciones: WiFi 802.11n
- Conectividad:
  - Interna: USB, RS232 y GPIO
  - Externa: USB, RJ45, 12VDC y batería
- Sistema operativo: Linux con ROS (Robot Operating System)
- Garantía de 3 años

##### **Requisito L11.PLATFORM2: Accesorios estándar**

La plataforma robótica móvil debe incluir los siguientes accesorios estándar:

- Mando inalámbrico de control de la plataforma
- LIDAR 2D
  - Alcance de 0.05m a 25m
  - Frecuencia de escaneo: 15 Hz
  - Rango angular de 270º
  - Resolución angular de 0.33º
- Unidad de medida inercial
  - Rango del acelerómetro: ± 16g
  - Acelerómetro, sesgo durante la ejecución: < 0.04 mg
  - Rango del giroscopio: ± 2000º/sec

- Giroscopio, sesgo durante la ejecución: 5º/hr
- Potencia: 200 mW
- Receptor GPS-RTK multibanda
  - Precisión de nivel centimétrico
  - Frecuencia de actualización: 10 Hz (máximo rendimiento), hasta 20 Hz (rendimiento reducido)
  - Compatibilidad con bandas L1, L2 y E5b
  - Constelaciones soportadas: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS, SBAS
- Cámara
  - Dimensiones máximas: 9x2.6x2.5 cm
  - Resolución: 1280 x 720
  - Tamaño RGB: 1920 x 1080
  - Campo de visión: 86º x 57º
  - Conectividad: USB-C 3.1 Gen 1
  - Sensor de imagen: Rolling Shutter - 69 x 42°(1) - 30 fps
- Estación de carga
  - Potencia de carga: 600W
  - Se activa sólo cuando el robot está presente

**Requisito L11.PLATFORM3: Accesorios extra**

La plataforma robótica móvil debe incluir los siguientes accesorios extra:

- LIDAR 3D
  - Peso: alrededor de 1 kg
  - Grado de protección: IP67
  - Rayo láser: 32 haces
  - Longitud de onda: 905 nm
  - Clase de láser: Clase 1
  - Precisión: ±2cm (1m a 100m), ±3cm (0.1m a 1m), ±3cm (100m a 150m)
  - Campo de visión vertical: 31° (-16° a +15°)
  - Campo de visión horizontal: 360°
  - Rotaciones por minuto (RPM): De 600 a 1200
- Cámara estéreo
  - Peso máximo: 170 g
  - Dimensiones máximas: 17.5x3x3.2 cm
  - Consumo: 380mA / 5V, a través de USB
  - Resolución de salida
    - 2x(2208x1242) @15fps
    - 2x(1920x1080) @30fps
    - 2x (1280x720) @60fps
    - 2x (672x376) @100fps
  - Campo de visión máximo:
    - 110º horizontal
    - 70º vertical
    - 120º profundidad
  - Conectividad: USB (2.0 y 3.0)
  - Sensores de movimiento: giroscopio, acelerómetro, magnetómetro
  - Sensores de entorno: barómetro, temperatura
- Router 5G
  - Interfaces:
    - 5 puertos RJ45, 10/100/1000 Mbps
    - 2 SIM slots (Mini SIM – 2FF), 1.8 V/3 V

- 1 puerto USB-A para dispositivos externos
- 4 antenas SMA para comunicaciones móviles
- 2 antenas RP-SMA para Wi-Fi
- 1 antena SMA para GNNS
- Sistema operativo: Sistema Linux basado en OpenWrt
- Lenguajes de programación soportados: shell, Lua, C, C++, and Python, Java
- Herramientas para desarrolladores: Paquete SDK con entorno de ejecución
- Capacidades de VPN (Virtual Private Network): OpenVPN, IPsec, GRE
- Redes celulares:
  - 5G Sub-6Ghz SA/NSA 2.1/3.3Gbps DL (4x4 MIMO) 900/600 Mbps UL (2x2)
  - 4G LTE Cat 20 hasta 2.0 Gbps DL/ 200M Mbps UL; 3G hasta 42 DL/ 5.76 UL Mbps
- Redes WiFi:
  - 802.11b/g/n/ac Wave 2 (Wi-Fi 5) con ratios de transmisión de datos hasta 867 Mbps (Dual Band, MU-MIMO), 802.11r fast transition, Access Point (AP), Station (STA).
  - Hasta 150 usuarios conectados al mismo punto de acceso.
- Ethernet
  - 1 puerto WAN de 10/100/1000 Mbps
  - 4 x LAN ports, 10/100/1000 Mbps
- Redes
  - Funcionalidades de routing, soporte de múltiples protocolos de red en todas las capas.
  - Reenvío de puertos, reglas de tráfico, reglas personalizadas, personalización de objetivos TTL
- Chasis con protección IP54
  - **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 12**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

#### Requisitos del fronthaul switch con soporte para sincronización de tiempo (L12.FS)

El fronthaul switch con soporte para sincronización de tiempo debe tener como mínimo las siguientes características:

#### **Requisito L12.FS1: Interfaces**

- Interfaces Ethernet del plano de datos:
- a. 12 puertos a 1/10G (SFP/SFP+)
- b. 8 puertos a 1/20/25G (SFP/SFP+/SFP28)
- Sincronización y temporización:
- a. Todos los puertos Ethernet deben soportar los protocolos PTP, SyncE y NTP
- b. Puerto para entrada de antena GNSS
- c. 3 puertos externos 1PPS/10MHz (SMA)
- d. 1 puerto ToD/1PPS (RJ45)
- e. 1 puerto BITS (RJ48)
- Puertos de gestión:
- a. 1 puerto 10/100/1000BaseT (RJ45)
- b. 1 puerto RS232 (consola, RJ45)
- c. 1 puerto USB (consola)

## Requisito L12.FS2: Recursos y protocolos de red

- Capacidad de conmutación: 400 Gbps, non-blocking
- Tabla de MACs: Capacidad para 32000 direcciones
- Virtual LANs: Capacidad para 4000 VLANs concurrentes
- Routing IP: Rutas estáticas
- Soporte de Time Sensitive Networking:
  - a. Time-aware scheduling (IEEE802.1Qbv)
  - b. Frame preemption (IEEE802.1Qbu, IEEE802.3br)
  - c. Ingress gating/policing/checking (IEEE802.1Qci)
  - d. gPTP (IEEE802.1AS)
- Soporte de multicast: IGMPv3 snooping, MLD snooping, hasta 8000 grupos multicast

## Requisito L12.FS3: Calidad de Servicio

- Clasificación de paquetes: Basada en información de las capas 1 a 4 (L1-L4)
- Ingress policing: Por puerto o cola
- Traffic shaping: Traffic shaping y scheduling jerárquicos
- Control de flujo: Control de flujo basado en prioridad (802.1Qbb)
- Algoritmos de scheduling: Estricto, DWRR, Híbrido
- Congestión: WRED y tail drop como mecanismos de congestion avoidance

## Requisito L12.FS4: Precision Time Protocol (PTP)

- Funciones: Grandmaster (PRTC), Boundary Clock (Clase C/D), Ordinary Clock (Master/Slave), Transparent Clock (Clase C/D)
- Perfiles soportados:
  - a. Telecom Frequency (G.8265.1)
  - b. Telecom Phase (G.8275.1, G.8275.2)
  - c. Default (IEEE1588)
  - d. AVB (802.1AS)
  - e. Personalizado
- Modos soportados: Paso 1 y 2; L2 Multicast; L3/UDP Unicast/Multicast; Modos de transporte combinados; Retardo E2E y P2P; VLAN tagging
- Hardware timestamping: Resolución menor a 1 nanosegundo

## Requisito L12.FS5: Otras funcionalidades de temporización y sincronización

- Ethernet Síncrona (SyncE): G.8261, G.8262, ESMC (G.8264)
- GNSS: 32 canales, soporte para múltiples constelaciones (GPS, Galileo)
- Protocolo NTP: Funciones de cliente y servidor

## Requisito L12.FS6: Accesorios y opciones

- 1 fuente de alimentación redundante de 100W
- 1 cable GNSS: RG6, Quad Shield, 60m, conector TNC a TNC, PVC jacket
- 8 transceivers SFP+ multi-rate, para fibra single mode (SM) y con 10 Km de alcance
- Garantía de 3 años

- **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 13**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

### Requisitos de los dos (2) analizadores de potencia y consumo eléctrico (L13.POWAN)

#### **Requisito L13.POWAN1: Especificaciones eléctricas**

Los analizadores de potencia y consumo eléctrico deben proporcionar, como mínimo, las siguientes características:

- Número de canales de salida: 1
- Máxima potencia de salida: 60 W
- Máximo consumo de potencia: 400 W
- Voltaje de salida: De -20 V a 20 V
- Máxima corriente de salida:
  - Para un voltaje de salida menor de 6 V: 8 A
  - Para un voltaje de salida mayor de 6V: 3 A
- Ondulación de tensión y ruido, de 20 Hz a 20 MHz: < 500 µV (RMS), < 2 mV (pico)
- Ondulación de corriente y ruido, de 20 Hz a 20 MHz: < 1mA
- Tiempo de subida (del 10% al 90% de la tensión de salida nominal, carga resistiva):
  - Con carga completa: < 100 µs
  - Sin carga: < 100 µs
- Tiempo de bajada (del 90% al 10% de la tensión de salida nominal, carga resistiva):
  - Con carga completa: < 100 µs
  - Sin carga: < 100 µs
- Mínimo ancho de pulso: 100 Tiempo de subida (del 10% al 90% de la tensión de salida nominal, carga resistiva):
  - Con carga completa: < 100 µs
  - Sin carga: < 100 µs

#### **Requisito L13.POWAN2: Funciones de medida**

Los analizadores de potencia y consumo eléctrico deben proporcionar, como mínimo, las siguientes características:

- Funciones de medida: voltaje, corriente, potencia y energía
- Resolución de lectura:
  - Voltaje, rango de 20 V: 10 µV
  - Voltaje, rango de 6 V: 1 µV
  - Corriente, rango de 10 A: 10 µA
  - Corriente, rango de 3 A: 1 µA
  - Corriente, rango de 100 mA: 100 nA
  - Corriente, rango de 10 mA: 10 nA
  - Corriente, rango de 1 mA: 1 nA
- Coeficiente de temperatura (por °C):
  - Voltaje: 0.15 \* especificación/°C
  - Corriente: 0.15 \* especificación/°C

#### **Requisito L13.POWAN3: Funciones especiales**

Los analizadores de potencia y consumo eléctrico deben proporcionar, como mínimo, las siguientes características:

- Función de rampa de salida: EasyRamp, con tiempo de 10 ms a 10 s (incrementos de 10 ms)
- Retardo de salida, por canal: de 1 ms a 10 s (incrementos de 1 ms)
- Disparador digital e interfaces de control:
  - Máximo voltaje de entrada/salida: 24 V
  - Corriente de drenaje máxima: 500 mA
- Estadísticas (tiempo de muestreo):

- Voltaje: mínimo, máximo, media (2 µs)
- Corriente: mínimo, máximo, media (2 µs)
- Potencia: mínimo, máximo, media (2 µs)

**Requisito L13.POWAN4: Otros**

Los analizadores de potencia y consumo eléctrico deben proporcionar, como mínimo, las siguientes características:

- Pantalla: TFT 5", 800 x 480 píxeles
- Garantía de 3 años
- Interfaces para control remoto: USB-TMC, USB-CDC

**○ Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 14**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

Requisitos del dispositivo USRP robusto, para despliegues complejos y a gran escala (L14.USRPROD)

**Requisito L14.USRPROD1: Módulo receptor**

El módulo receptor del dispositivo USRP robusto debe proporcionar, como mínimo, las siguientes características:

- Número de canales: 4
- Rango de ganancia: -40 a 30 dB
- Máxima potencia de entrada: -15 dBm
- Rango de frecuencias: 10 MHz a 6 GHz
- Tiempo de conmutación entre recepción y transmisión: 140 µs

**Requisito L14.USRPROD2: Módulo transmisor**

El módulo transmisor del dispositivo USRP robusto debe proporcionar, como mínimo, las siguientes características:

- Número de canales: 4
- Rango de ganancia:
  - De 10 MHz a 300 MHz: -30 a 25 dB
  - 300 MHz a 6 GHz: -30 a 20 dB
- Rango de frecuencias: 10 MHz a 6 GHz
- Tiempo de conmutación entre recepción y transmisión: 140 µs

**Requisito L14.USRPROD3: Rendimiento de conversión y reloj, consumo eléctrico**

Los módulos de conversión y reloj del dispositivo USRP robusto debe proporcionar, como mínimo, las siguientes características:

- Ratio de muestreo: 122 - 153 MS/s
- Resolución del convertidor de Analógico a Digital (ADC): 16 bits
- Resolución del convertidor de Digital a Analógico (DCA): 14 bits
- Estabilidad de frecuencia del Oscilador disciplinado por GPS (GPSDO): 0.1 ppm
- Estabilidad del Oscilador disciplinado por GPS en modo "holdover":
  - ± 50 µs
  - 3 horas
  - 25 °C

- Consumo eléctrico: 50 - 80 W

**Requisito L14.USRPROD4: Otros**

Además de los requisitos anteriores, el dispositivo USRP robusto debe proporcionar, como mínimo, las siguientes características:

- Procesador de banda base: ARM Cortex A9, 2 núcleos, 800 MHz o equivalente
- Memoria RAM: 1 GB DDR3
- Interfaces:
  - 2 SFP+ (1/10 GbE)
  - 1 RJ45 (1 GbE)
  - 1 USB Tipo A
  - 1 Micro-USB
- Soporte de GNU Radio, con APIs de Python y C++

**Requisitos de los dos (2) dispositivos USRP de bajo coste, para experimentación (L14.USRPEXP)****Requisito L14.USRPEXP1: Características**

Los dos dispositivos USRP de bajo coste deben proporcionar, como mínimo, las siguientes características cada uno:

- Canales radio: 2 canales de transmisión y 2 de recepción
- Rango de frecuencias: 70 MHz - 6 GHz
- Ratio de muestreo: 61 MS/s
- Resolución del convertidor de Digital a Analógico (DCA): 12 bits
- Resolución del convertidor de Analógico a Digital (ADC): 12 bits
- Precisión en frecuencia: ± 0.1 ppm
- Interfaz USB 3.0
- FPGA AMD Spartan 6 o equivalente
  - **Requisitos y/o rendimiento o exigencias del lote 15**

El contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato.

**Requisitos de los cabezales de radio remotos (L15.RRH)****Requisito L15.RRH1: Sistema**

Los cabezales de radio remotos deben proporcionar, como mínimo, las siguientes características (cada uno):

- Estándares: Soporte para 4G, NB-IoT y 5G
- Soporte para CPRI split 8
- Ancho de banda instantáneo (IBW): Hasta 100 MHz
- Ancho de banda ocupado (OBW): Hasta 100 MHz
- MIMO 4x4 hasta 40 W
- Banda de frecuencia: n77 (3800 - 4000 MHz)
- Versión de AISG (Antenna Interface Standards Group Standard) soportada: 2.0
- Protección IP65 (para operar en exterior)
- Accesorios:
  - Kit de montaje en poste
  - Cable de alimentación de 25 m
  - Fuente de alimentación de 48 V

- 4 transceptores ópticos SFP+
- 4 cables de fibra óptica para exteriores, de 50 m de longitud cada uno
- 8 cables coaxiales para conectar la RRU a la antena, de 1.5 m de longitud cada uno

#### Requisitos de los dos (2) gNodeBs (L15.GNODEB)

##### **Requisito L15.GNODEB1: Sistema**

Los dos gNodeBs deben tener, como mínimo, las siguientes características (cada uno):

- Hardware: Servidor x86 estándar, con las siguientes características
  - Procesador: Intel Xeon Gold 6226R @ 2.90GHz (16 núcleos, 32 threads, x86 64 bits)  
o equivalente
  - Memoria RAM: 64 GB DDR4
  - Almacenamiento: 1 TB NVMe
  - Conectividad:
    - Interfaz 1 GbE
    - Interfaz 10 GbE
    - Interfaz CPRI PCIe
  - 3 años de garantía
- Hardware: Antena de GPS, con cable de 5 m
- Software: Funcionalidad de nodos gNodeB y eNodeB
  - Cumple con las especificaciones de la release 17 del 3GPP
  - Bandas de frecuencia gNodeB:
    - gNodeB: Todas las bandas TDD y FDD por debajo de 6GHz; Bandas FR2
    - eNodeB: Todas las bandas TDD y FDD por debajo de 6GHz;
  - Ancho de banda:
    - gNodeB: Hasta 100 MHz
    - eNodeB: 1.4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz en LTE; 200 KHz en NB-IoT
  - Agregación de portadoras: Hasta 8 portadoras en el enlace de bajada y 3 en el enlace de subida, permitiendo combinaciones de FDD/TDD en el canal de bajada.
  - Número de UEs: Hasta 1000 UEs activos
  - MIMO: Hasta 4x4 MIMO tanto en el enlace de subida como en el de bajada
  - Esquemas de modulación: Hasta 1024QAM en el enlace de bajada y 256 QAM en el enlace de subida
  - Confidencialidad e integridad: Protocolos AES, SNOW3G y ZUC
  - Modos de gNodeB soportados: Stand Alone (SA) y Non Stand Alone (NSA)

#### Requisitos de las dos (2) antenas de tipo panel para banda n77 (L15.ANTENA)

##### **Requisito L15.ANTENA1: Sistema**

Las antenas RF de tipo panel deben proporcionar, como mínimo, las siguientes características (cada una de ellas):

- Rango de frecuencia: 3300 MHz - 4200 MHz
- Número de puertos: 4
- Ancho de haz: 65 °
- Ganancia: 17.5 dBi
- Inclinación de elevación ajustable eléctricamente de forma remote (eRET)

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

El contratista de cada lote 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 de cada lote 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