

Pliego de prescripciones técnicas de los Servicios de investigación aplicada sobre redes 6G con soporte para la validación de servicios futuros de realidad extendida en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia - Next GenerationEU a través del Proyecto 6GOPENVERSO-NET (Número de referencia TSI-063000-2021-2)

Número de expediente: 2022080900

El contenido de estas prescripciones técnicas deriva del proyecto 6G-OPENVERSO-NET (Número de referencia TSI-063000-2021-2), para la investigación aplicada sobre Redes 6G con soporte para la validación de servicios futuros de realidad extendida, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia - Next GenerationEU.

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, entre otras, tecnologías avanzadas de Internet en beneficio en los ámbitos de 5G/6G y las aplicaciones de Realidad Extendida (XR).

Las aplicaciones de Realidad Extendida (XR) se encuentran entre los servicios clave previstos en las futuras redes de comunicaciones 6G, siendo el proyecto Facebook Metaverse (<https://about.facebook.com/meta/>) el concepto inicial más representativo. Si bien la mayoría de estos servicios aún se están definiendo, ya está claro que las redes 5G deberán mejorarse en una pluralidad de formas para abordar los estrictos requisitos de capacidad y latencia establecidos por las aplicaciones XR.

La Fundación i2CAT tiene experiencia en el desarrollo de soluciones tecnológicas disruptivas sobre redes celulares 5G, incluyendo soluciones basadas en plataformas multimedia inmersivas como el HoloMIT: <https://i2cat.net/mwc-2021-holomit/>.

El objeto de esta contratación es consecuencia de la necesidad de investigar y demostrar los diseños de la futura arquitectura de red de acceso radio celular que den soporte a los servicios XR, apoyados en tecnologías que hagan uso de portadoras por encima de los 7 GHz que

dispongan de un ancho de banda por encima de los 100 MHz, como es el caso de las bandas de 26 GHz, ya contempladas para el 5G, y de la llamada banda de Terahercios que se plantea para sistemas de comunicación y detección integrados de corto alcance en el 6G. Estas tareas, debido a su alta complejidad técnica, se adjudicarán mediante concurso abierto.

En particular, el proyecto se centrará en: 1) la investigación aplicada a comunicaciones 6G inalámbricas operando en banda de sub-THz con capacidades de sensado espacial simultáneas; y, 2) integrar un conjunto de tecnologías basadas en el estándar “3GPP beyond 5G” para el diseño y construcción de un testbed; este testbed debe poder servir para validar servicios de Realidad Extendida (por sus siglas en Inglés, XR).

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

2. Hitos y objetivos

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

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

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

- Promover y desarrollar actividad empresarial que impulse la transformación digital a través de la investigación, el desarrollo y la innovación en el ámbito de las tecnologías de 5G avanzado y 6G.
- Generar actividad económica a través de la transferencia de conocimientos y explotación de tecnologías a título oneroso de soluciones desarrolladas en el ámbito del 5G avanzado y 6G.

- Construir un ecosistema en torno al 6G a partir de las infraestructuras y conocimientos generados mediante actividades de investigación aplicada, para solventar este fallo de mercado y para que, de esta forma, y a través de una efectiva transferencia de tecnología pueda crearse un tejido de empresas relacionado con esta tecnología, particularmente PYMEs.

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

Las finalidades de 6G-OPENVERSO-NET son contribuir a la visión de las redes inteligentes para XR trabajando en tres habilitadores técnicos, a saber: i) diseño de un nodo edge XR, para descargar funciones de cómputo de los dispositivos XR hacia la red, ii) diseño de “awareness” bidireccional entre la red y el servicio XR, y iii) la aplicación de tecnologías sub-THz / THz, incluida la comunicación y el sensado integradas para respaldar los servicios XR futuros. Un subconjunto de tecnologías desarrolladas se integrará en el nodo i2CAT Openverso, que luego se utilizará para validar el servicio Social XR desarrollado en el proyecto 6G-OPENVERSO-HOLO. Para ello se contemplan los siguientes hitos:

- 6GOPENVERSO-NET-H1: Identificación de las tecnologías habilitantes de la red de acceso radio 6G para los futuros servicios XR.
- 6GOPENVERSO-NET-H2: Diseño de un transductor 6G que habilite futuros servicios de XR que precisen de comunicaciones de alta capacidad y baja latencia y detección del entorno físico integradas.
- 6GOPENVERSO-NET-H3: Completar el *testbed* de i2CAT con la integración de soluciones 3GPP comerciales que den soporte a los futuros servicios XR.
- 6GOPENVERSO-NET-H4: Completar el *testbed* de i2CAT con la integración de un prototipo de comunicaciones y sensado integrados que den soporte a los futuros servicios XR.
- 6GOPENVERSO-NET-H5: Evaluación en el *testbed* de i2CAT de un servicio XR sobre las tecnologías habilitantes de la red de acceso radio 6G.

3. Objeto del contrato o necesidad a cubrir

El presente Pliego tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas que regirán la realización de la prestación del servicio <<6G-OPENVERSO-NET para la investigación aplicada sobre Redes 6G con soporte para la validación de servicios futuros de realidad extendida, en el marco del <<PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA – FINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA – NEXTGENERATIONEU>>, definiendo así sus cualidades.

Este contrato se centra principalmente en actividades relacionadas con la evolución de las redes de acceso radio celulares que sean capaces de proporcionar servicios XR. Para tal fin, se requiere el uso de portadoras con una frecuencia y ancho de banda mayores a los que las redes comerciales 5G ofrecen en la actualidad. Subir en frecuencia resulta fundamental, dado que se disponen de anchos de banda libres, del orden de Gigaherzios, lo que va a permitir alcanzar los indicadores de rendimiento clave (KPI por sus siglas en inglés) prometidos por el 6G en cuanto a velocidad máxima de transmisión por encima de 1 Tbps y a latencias inferiores a 100 µs. Estas dos características, junto a la posibilidad de fabricar transductores que

integren comunicaciones y detección del espacio, son de especial relevancia para las futuras aplicaciones de XR.

Dichas actividades requieren la integración en el *testbed* 5G de i2CAT de equipos de red celular comerciales que soportan comunicaciones en la llamada banda de milimétricas, así como de prototipos de sistemas de comunicaciones y detección integrados con portadoras que pueden ir desde los 100 GHz hasta 300 GHz, la banda de sub Teraherzios (sub-THz) o Teraherzios (THz). A tal fin, este contrato se divide en dos lotes, para los cuales se identifican los objetivos detallados a continuación.

a. Objeto del lote 1

El objeto del lote 1 consiste en el conjunto de tareas a realizar por una empresa o centro de investigación con experiencia en el desarrollo en técnicas de procesamiento de señal aplicados a sistemas de comunicaciones en banda de los Teraherzios.

Con la realización del referido lote 1 del objeto contractual, el órgano de contratación pretende cubrir las siguientes necesidades y/o funcionalidades:

1. Investigación sobre el estado del arte y tendencias en el campo del procesamiento de señal aplicado a la banda de sub Teraherzios, esto es, con una portadora en una frecuencia mínima alrededor de 90 GHz.
2. Investigación sobre el estado del arte y tendencias en el desarrollo de capa física y capa de adaptación de enlace para sistemas 6G en la banda de sub Teraherzios.
3. Exploración de nuevas formas de ondas que sean adecuadas para realizar transmisión de datos (basado en OFDM) y detección de obstáculos (pulsos de radar) en el entorno físico en la banda de sub Teraherzios.
4. Prototipado de un transductor hardware en la banda de sub Teraherzios orientado a aplicaciones XR que integre tanto transmisión de datos como detección del entorno físico. Al tratarse de un prototipo, no es necesario que en la integración, la transmisión y la detección tenga que suceder en el mismo instante de tiempo.
5. Contribuir a la comunidad científica en la temática de prototipos sub Teraherzios para las futuras aplicaciones XR que requieran de transmisión de datos y detección del entorno físico integrados en un mismo transductor para sistemas 6G. Dichas contribuciones tendrán como objetivo la promoción de las actividades y desarrollos realizados en el lote 1.

b. Objeto del lote 2

El objeto del lote 2 consiste en el conjunto de tareas a realizar por una empresa con perfil de proveedor internacional de infraestructura de telecomunicaciones basada en los estándares del 3GPP.

Con la realización del referido lote 2 del objeto contractual, el órgano de contratación pretende cubrir las siguientes necesidades y/o funcionalidades:

1. Instalación, mantenimiento y soporte, durante la ejecución de la licitación del lote 2, de una red de acceso radio 5G NR avanzada outdoor que cubra los requisitos de ancho de banda de los futuros servicios XR. El adjudicatario deberá suministrar equipos *outdoor* en FR2, en concreto en la banda de milimétricas aprobada por el ministerio,

p.ej. n258 de 26 GHz, y en FR1, por ejemplo en la bandas n40, n77 o n78 (a determinar durante el proyecto). Los equipos FR1 deben poder ser utilizados como “anchor” de los equipos FR2 en caso de ser necesario. La red de acceso outdoor se desplegará cerca del edificio Nexus del campus Nord de la UPC, donde se dispone de farolas donde se instalarán los nodos FR2. El “anchor” FR1 se instalaría en un tejado cercano a dichas farolas.

2. Instalación, mantenimiento y soporte, durante la ejecución de la licitación del lote 2, de un core de red 5G (5GC) comercial similar a los empleados por los operadores de red pública, pudiendo estar las funcionalidades limitadas a satisfacer las necesidades del proyecto. El plano de datos (UPF) del core deberá ser desplegado en local en el testbed de i2CAT, mientras que el plano de control del core podrá ser mantenido en remoto. Se valorará que el plano de control del 5GC disponga de APIs definidas por el 3GPP para facilitar la integración de servicios con la red. Ejemplo de algunas de estas APIs son NEF (Network Exposure Function) o NWDAF (Network Data Analytics Function).
3. Despliegue, mantenimiento y soporte de un servicio 5G con los equipos radio y el 5GC descritos en los puntos 1. y 2. del objeto del lote 2, respectivamente.
4. Aportación de 5G CPEs (Customer Premise Equipment). Los dispositivos aportados deben poder conectarse a la red 5G descrita en el punto 3 del objeto del lote 2. Los CPEs serán compatibles con FR1 y FR2, siendo FR2 la opción predeterminada en caso de existir cobertura. Además, los CPEs deberán ofrecer interfaces Wi-Fi y/o USB3 para poder conectar equipamiento para servicios XR (cámaras volumétricas, gafas de realidad virtual/aumentada).
5. Soporte a la integración de los equipos referenciados en los puntos 1. y 2. del objeto del lote 2 con el *testbed* de i2CAT, con el fin de lograr interoperabilidad con los recursos radio y edge, y la extracción de métricas (KPIs) de la red.
6. Soporte en la ejecución de la validación de servicios XR sobre la red 5G desplegada.

4. Actividades y funciones de la empresa contratista

Las actividades y funciones que deben asumir las empresas contratistas se dividen en un paquete de trabajo por cada lote. Dichas actividades y funciones son las siguientes:

a. Actividades y funciones de la empresa contratista del lote 1

i. 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3: Aplicaciones de tecnologías 6G sub-THz/THz para futuros servicios XR (Applications of 6G sub-THz/THz technologies to support future XR services)

El objetivo de este paquete es la investigación sobre la aplicación de tecnologías sub-THz/THz como habilitador tecnológico para futuros servicios XR. Fundamentalmente, se desarrollará un enlace de comunicaciones 6G inalámbricas en la banda sub-THz/THz unidireccionales de banda ancha (por encima de 1 GHz) y capacidades de sensado espacial simultáneas, empleando para ello una forma de onda diseñada a medida y optimizada de manera que resulte útil para ambas finalidades. El prototipo de enlace de comunicaciones deberá comprender todos los bloques y elementos necesarios para transmitir y recibir la forma de onda diseñada en una frecuencia en la banda de 90 a 300 GHz, incluyendo transmisor y receptor de señal en banda base,

mezcladores, osciladores, multiplicadores de frecuencia, amplificadores, guías de onda y elementos radiantes, así como también otros posibles elementos tales como atenuadores y filtros. Para ello se emplearán preferentemente bloques de tipo COTS (Commercial Off-The-Shelf) y plataformas SDR (Software Defined Radio) comerciales. Consecuentemente, durante el proyecto se diseñarán las cadenas de transmisión y de recepción, se seleccionarán y ensamblarán sus bloques constituyentes, y finalmente el enlace se pondrá a prueba en un entorno de referencia que permita su caracterización bajo condiciones controladas. La capacidad de sensado espacial empleará la misma forma de onda que las comunicaciones, y permitirá, en el receptor, la medida de distancia a obstáculos (rango biestático) que se encuentren dentro del diagrama de radiación de las antenas empleadas pero fuera del enlace directo (enlace línea de vista) entre el transmisor y el receptor.

Fechas inicio - fin: 1/11/2022 al 30/09/2024

Presupuesto total de la actividad: 327.375,00 € (sin IVA)

En concreto, el paquete de trabajo 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3 se divide, a su vez, en las siguientes actividades:

- 6GOPENVERSO-SP1-L1-T3.1: Casos de uso de Realidad Extendida (XR) para sub-THz/THz incluyendo comunicaciones y sensado integrado

El objetivo de esta actividad es definir los casos de uso basados en XR, habilitador por tecnologías sub-THz/THz. También se investigarán las formas de onda de las comunicaciones que pueden soportar tanto la baja latencia como la ubicación de alta precisión y se evaluará su potencial para las comunicaciones y la ubicación simultáneas en los casos de uso de XR. Los esquemas de detección e imagen en la banda de THz también se investigarán en el nuevo contexto de XR.

Fechas inicio - fin: 1/11/2022 al 31/03/2023

Presupuesto total de la actividad: 109.125,00 € (sin IVA)

- 6GOPENVERSO-SP1-L1-T3.2: Diseño y desarrollo de mecanismos sub-THz/THz que soporten XR: El objetivo de esta tarea es diseñar y desarrollar nuevos mecanismos para enlaces de comunicación sub-THz/THz dirigidos específicamente a casos de uso de XR. Por ejemplo, dado que los canales de THz pueden exhibir una gran cantidad de fenómenos extremos, como la absorción molecular aguda dependiente de la frecuencia y la oclusión ocasional debido al movimiento del usuario, se analizarán esquemas de modulación y codificación de canales sólidos para optimizar la latencia y el rendimiento. Las comunicaciones multiportadora son particularmente adecuadas para los canales de THz, aunque su alta complejidad

computacional inherente puede hacer que estas modulaciones no sean prácticas. Por lo tanto, se desarrollarán modulaciones y formas de onda de banda base alternativas que sean energéticamente eficientes, requieren un procesamiento de señal más ligero y rápido y aún puedan emplearse para una ubicación precisa en enlaces de comunicación sub-THz/THz de múltiples Tbps. Además, las técnicas avanzadas, como los sistemas MIMO ultradensos y ultramasivos, y las nuevas tecnologías, como las superficies inteligentes reconfigurables (RIS), se evaluarán como habilitadores tecnológicos para implementar nuevos sistemas de radiación que puedan aprovechar la propagación sin visibilidad directa. También se investigarán y evaluarán los esquemas de gestión de formación de haces y las técnicas de formación de haces para la aplicación simultánea de detección y comunicaciones XR.

Fechas inicio - fin: 3/4/2023 al 30/09/2024

Presupuesto total de la actividad: 109.125,00 € (sin IVA)

- 6GOPENVERSO-SP1-L1-T3.3: Integración de un banco de pruebas con capacidades sub-THz/THz: El objetivo de esta tarea es seleccionar un subconjunto de las tecnologías sub-THz/THz desarrolladas en el paquete de trabajo 3 (P3) e integrarlas en el banco de pruebas XR. El objetivo de esta tarea también abarca la prueba del enlace de comunicaciones y sensado para el escenario y caso de uso definidos en el proyecto. Esta tarea también demanda realizar pruebas extensivas con el sistema sub-THz/THz completo para verificar y validar su correcto comportamiento.

Fechas inicio - fin: 1/12/2023 al 30/09/2024

Presupuesto total de la actividad: 109.125,00 € (sin IVA)

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 de la empresa contratista del lote 2

i. 6GOPENVERSO-SP1-L2-P4: Desarrollo de un banco de pruebas para experimentación de servicios de realidad extendida (XR)

El objetivo de este paquete de trabajo es proporcionar el equipamiento de red basado en el estándar 5G del 3GPP necesario para dar soporte a los servicios de XR del futuro. Entre el conjunto de tecnologías 3GPP a evaluar están las siguientes:

- Celdas 5GNR en FR1 y FR2.
- Disponibilidad de interfaz de programación de aplicaciones (API) abiertas para integrar las tecnologías 5G con el sistema de gestión del banco de pruebas.

- Disponibilidad de extensiones de red central específicas para admitir servicios XR, como es NWADF (Network Data Analytics Function en inglés) u otros mecanismos.

Fechas inicio - fin: 1/02/2023 al 30/9/2024

Presupuesto total de la actividad: 396.250.00 € (sin IVA)

En concreto, el paquete de trabajo 6GOPENVERSO-SP1-L2-P4 se divide, a su vez, en la siguiente actividad:

- 6GOPENVERSO-SP1-L2-T4.2: Integración en el testbed de tecnologías radio 3GPP beyond 5G orientado a servicios XR
El objetivo de esta actividad será seleccionar e integrar un conjunto de tecnologías 3GPP más allá de 5G seleccionadas en los bancos de pruebas identificados en un banco de pruebas XR. Para conseguir el objetivo de la actividad, la empresa licitadora deberá:
 - 1) Proporcionar un servicio de despliegue y mantenimiento de equipos 5G de red de acceso radio en la banda FR2 con portadoras de ancho de banda superior a 100 MHz, así como equipamiento radio 5G adicional en la banda FR1 que de soporte a los elementos radio en FR2 y soporten modo de conectividad dual (DC);
 - 2) Configuración y mantenimiento de un core 5G con funciones de red (Network Functions en inglés - NF) orientadas a proporcionar mecanismos de identificación de aplicaciones XR como son NWADF (Network Data Analytics Function en inglés) y NEF (Network Exposure Function en inglés) que ayuden a clasificar y priorizar flujos de tráfico XR;
 - 3) Equipos de usuario como CPEs de terceros compatibles con la red 5G FR2 desplegada por el licitador, así como la documentación necesaria para su uso; y
 - 4) Soporte en la identificación y uso de interfaces open API para la integración del equipamiento radio y core 5G en el testbed de i2CAT, así como proporcionar soporte para la adecuación de la red a servicios XR, y soporte a la extracción de KPIs de red relevantes (tasa de transmisión en los enlaces ascendentes y descendentes, ancho de banda, retardos del segmento radio).
- Fechas inicio - fin: 1/2/2023 al 30/09/2024
Presupuesto total de la actividad: 396.250,00 € (sin IVA).

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.

5. Finalidades y objetivos a alcanzar

a. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 1

Las finalidades y objetivos a alcanzar mediante la realización del lote 1 de este contrato son las siguientes:

1. Investigar sobre la aplicación de tecnologías sub-THz/THz, tanto para comunicaciones como para detección, como habilitadores tecnológicos para futuros servicios XR.
2. Desarrollo de un enlace de comunicaciones 6G inalámbricas operando en banda de sub-THz/THz. El enlace deberá proveer comunicaciones de banda ancha y capacidades de sensado espacial simultáneas.

La consecución de los objetivos anteriormente descritos se realizará a través de los entregables asociados descritos a continuación, y requerirá de la colaboración transversal entre las entidades que intervengan:

- 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3: Aplicaciones de tecnologías 6G sub-THz/THz para futuros servicios XR
 - o 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.1: Revisión del estado del arte casos de uso de tecnologías sub-THz/THz de 6G para servicios XR
 - o 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.2: Diseño y evaluación final de tecnologías sub-THz/THz de 6G para servicios XR
 - o 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.3: Integración de tecnologías sub-THz/THz en *testbed*
 - o 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.4: Demostrador tecnologías sub-THz/THz

b. Finalidades y objetivos a alcanzar correspondientes al lote 2

Las finalidades y objetivos a alcanzar mediante la realización del lote 2 de este contrato son las siguientes:

1. Integrar un conjunto de tecnologías 3GPP 5G en un banco de pruebas. Las tecnologías 3GPP a integrar incluyen:
 - a. Estación base 5G de onda milimétrica a 26 GHz compatible.
 - b. Servicio de despliegue de radios (mmwave + anchor).
 - c. Disponibilidad de extensiones de red central específicas para admitir servicios XR, como es NWDAF u otros mecanismos. Disponibilidad de API abiertas para integrar las tecnologías 5G con el sistema de gestión del banco de pruebas.

La consecución de los objetivos anteriormente descritos se realizará a través de los entregables asociados descritos a continuación, y requerirá de la colaboración transversal entre las entidades que intervengan:

- 6GOPENVERSO-SP1-L2-P4: Desarrollo de un banco de pruebas para experimentación de servicios de realidad extendida (XR)
 - o 6GOPENVERSO-SP1-L2-P4-D4.2: Integración de tecnologías 3GPP 5G FR1+FR2 en testbed

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

a. Requerimientos y/o rendimiento o exigencias del lote 1

La empresa contratista del lote 1 tiene que tener la capacidad técnica de diseñar un prototipo de radio enlace sub-THz que soporte comunicaciones y sensado para poder desarrollar las labores objeto de este contrato.

El licitador para el diseño del prototipo de enlace sub-THz deberá contar con los siguientes materiales cualitativos y técnicos; así como cumplir con estas características técnicas:

- Banda (90-300 GHz)
- Ancho de banda señal hasta 2 GHz
- Antenas de tipo bocina (SISO)
- Potencia de transmisión de 15dBm

La prestación regulada en el presente pliego deberá ajustarse, al menos, a los siguientes requisitos técnicos y tendrá que alcanzar los correspondientes hitos detallados a continuación, sin perjuicio de los parámetros a valorar mediante los criterios de adjudicación establecidos:

- **6GOPENVERSO-SP1-L1-P3: Aplicaciones de tecnologías 6G sub-THz/THz para futuros servicios XR**

Entregables asociados:

- **6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.1**

Título: Revisión del estado del arte y casos de uso de tecnologías sub-THz/THz de 6G para servicios XR

Descripción: Este informe contiene, en primer lugar, una revisión exhaustiva del estado del arte de las tecnologías facilitadoras de enlaces experimentales para redes celulares de sexta generación que soporten comunicaciones y sensado simultáneas en la banda sub-THz/THz, así como su aplicación a servicios XR. Esta revisión del estado del arte tiene el objetivo de detectar y analizar los diferentes elementos y características del enlace 6G en sub-THz/THz, es decir, plataforma hardware, stack de comunicaciones, forma de onda, y capacidades de sensado. Posteriormente, se definirán los escenarios y

casos de uso, derivar y establecer los requisitos del enlace de comunicaciones 6G. Además, el entregable proporcionará una primera descripción de los casos de uso iniciales donde la aplicación de tecnologías sub-THz/THz puedan satisfacer a los futuros servicios XR.

Tipo de entregable: documento

Fecha de entrega: 31/03/2023

Presupuesto asociado (sin IVA): 81.843,75 €

Criterio de aceptación: Este informe deberá incluir descripciones del estado del arte relacionados con las tecnologías sub-THz/THz en redes celulares de sexta generación y su aplicación a servicios XR, así como una descripción a alto de nivel de los casos de uso iniciales de aplicaciones de tecnologías sub-THz/THz en servicios XR en redes celulares de sexta generación.

Hito asociado: 6GOPENVERSO-SP1-H1

- **6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.2**

Título: Diseño y evaluación final de tecnologías sub-THz/THz de 6G para servicios XR

Descripción: Este informe proporciona la descripción completa acerca del diseño de un prototipo que soporte comunicaciones y sensado simultáneas en la banda sub-THz/THz y que puedan ser utilizados por algún tipo de servicio XR. A nivel de hardware, se analizará el balance de enlace y se diseñarán las cadenas de transmisión y recepción, definiendo tanto los bloques y elementos necesarios en las mismas como sus especificaciones técnicas. Tras ello se seleccionarán los componentes concretos con los que se implementarán transmisor y receptor en banda base (plataformas radio configurables por software SDR (del inglés *Software Defined Radio*), y los bloques de radiofrecuencia (como por ejemplo osciladores, filtros, atenuadores, mezcladores, multiplicadores de frecuencia, guías de onda y antenas, en función del diseño obtenido) para bandas sub-THz/THz, para lo cual se podrán emplear elementos COTS disponibles comercialmente. Seguidamente, se integrarán dichos bloques y su comportamiento se verificará mediante la transmisión y recepción de señales de prueba o sondeo, empleando opcionalmente instrumentación de laboratorio si se considera necesario. En cuanto al enlace inalámbrico de comunicaciones, se deberán utilizar formas de onda con un esquema de modulación multiportadora de multiplexación por división en frecuencia (OFDM) que tendrá un ancho de banda superior a 1GHz y de enlace. Necesariamente, se deberá desarrollar una funcionalidad mínima en la capa de enlace que permita mantener sesiones IP. Para el sensado espacial, se deberá utilizar, en la mayor medida posible, la misma forma de onda, añadiendo en recepción un módulo de cancelación digital de la señal recibida y una cadena de procesamiento radar, empleando análisis MTI (*Moving Target Indicator*) y detección automática de blancos, lo que permitirá extraer, para cada blanco detectado, una estimación de rango biestático y de velocidad a través de efecto Doppler. Finalmente, las herramientas seleccionadas se

evalúan, tanto a nivel funcional como de rendimiento. Para esta evaluación se definirán KPIs que al menos deberán incluir la tasa de transmisión máxima alcanzable, el rango de frecuencia de portadora y el ancho de banda máximo de la solución, la resolución del rango biestático y la velocidad de los objetos detectados. Estos KPIs se medirán y reportarán en el entregable 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.3.

Tipo de entregable: documento

Fecha de entrega: 30/09/2024

Presupuesto asociado (sin IVA): 81.843,75 €

Criterio de aceptación: Este informe debe incluir el conjunto de detalles técnicos sobre los mecanismos diseñados para tecnologías sub-THz/THz y que resulten beneficiosos para algún tipo de servicio XR del futuro. Además, se deberán proporcionar una lista de KPIs que deberán incluir los arriba mencionados, acompañados con sus medidas en un entorno de laboratorio de los mecanismos sub-THz/THz implementados.

Hito asociado: 6GOPENVERSO-SP1-H2

- **6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.3**

Título: Integración de tecnologías sub-THz/THz en *testbed*

Descripción: Este entregable describe la integración de las tecnologías sub-THz/THz descritas en el entregable 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.2 y, además, de describir su integración en el *testbed* de i2CAT. El objetivo de esta tarea es la prueba del enlace de comunicaciones y sensado integrado. Esta integración se realiza en la forma de radio enlace punto a punto (*point-to-point* en inglés) que incluya el equipamiento hardware descrito en el entregable 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.2, sobre el que se instala la pila de protocolos de capa física, de enlace de datos y de red IP, con el objetivo de transmitir paquetes de datos punto a punto. Además, se podrá cambiar el modo de funcionamiento del prototipo a modo sensado espacio físico y detectar blancos dentro del rango biestático. Este informe incluye las medidas, a nivel funcional y de rendimiento, que validan el funcionamiento de las tecnologías sub-THz/THz seleccionadas en el *testbed*. En este sentido, el documento incluirá los valores de los KPIs definidos en el entregable 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.2 medidos sobre el *testbed*.

Tipo de entregable: documento

Fecha de entrega: 30/09/2024

Presupuesto asociado (sin IVA): 81.843,75 €

Criterio de aceptación: Este informe debe incluir todos los detalles técnicos en cuanto a la integración y medidas de resultados en el *testbed* de i2CAT de las tecnologías sub-THz/THz seleccionadas para servicios XR, incluyendo además resultados de pruebas realizadas sobre la integración objeto de este informe que justifican la elección de las tecnologías seleccionadas.

Hito asociado: 6GOPENVERSO-SP1-H4, 6GOPENVERSO-SP1-H5

- **6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.4**

Título: Demostrador tecnologías sub-THz/THz

Descripción: Este entregable consiste en la realización de una demostración práctica, en un entorno controlado de laboratorio, de la integración realizada en el *testbed* de i2CAT y detallada en el entregable 6GOPENVERSO-SP1-L1-P3-D3.2.

Tipo de entregable: demostración y prototipo hardware

Fecha de entrega: 30/09/2024

Presupuesto asociado (sin IVA): 81.843,75 €

Criterio de aceptación: Se deberá entregar una demostración grabada en vídeo mostrando el correcto funcionamiento del prototipo sub-THz/THz diseñado en el *testbed* i2CAT. El prototipo sub-THz/THz debe diseñado cumplir con los siguientes KPIs: 1) Frecuencia central del enlace: superior a 90 GHz (banda W); 2) Ancho de banda mínimo del enlace: 1.5 GHz; 3) Tasa de bit del enlace: superior a 2 Gbps; 4) Detección de blancos en movimiento a una distancia de al menos 1 metro del enlace directo; y 5) Radar: resolución rango biestático, velocidad blanco.

Hito asociado: 6GOPENVERSO-SP1-H4, 6GOPENVERSO-SP1-H5

b. Requerimientos y/o rendimiento o exigencias del lote 2

La empresa contratista del lote 2 durante la ejecución del contrato debe tener la capacidad técnica para aportar los suficientes medios técnicos, materiales cualitativos y personales para desarrollar de forma exitosa las labores objeto de este contrato. En todo caso, se entiende que deberá:

- Aportar los equipos necesarios para el despliegue de un servicio de radios outdoor 5G (mmwave + anchor en banda de frecuencia 4G, o idealmente n77 o n78).
- Aportar los equipos necesarios para desplegar un core 5G con capacidad de configuración por una interfaz de programación de aplicaciones (API) y también capacidad de extracción de métricas de la red.
- Aportar equipos de cliente (CPEs) que hayan sido validados con la red.

Así mismo, deberá tener capacidad técnica para dar soporte a la operación del sistema y a la extracción de medidas de desempeño de la red 5G.

La prestación regulada en el presente pliego deberá ajustarse, al menos, a los siguientes requisitos técnicos y tendrá que alcanzar los correspondientes hitos detallados a continuación, sin perjuicio de los parámetros a valorar mediante los criterios de adjudicación establecidos:

- **6GOPENVERSO-SP1-L2-P4: Desarrollo de un banco de pruebas para experimentación de servicios de realidad extendida (XR)**

Entregables asociados:

- **6GOPENVERSO-SP1-L2-P4-D4.2:**

Título: Integración de tecnologías 3GPP beyond 5G en testbed

Descripción: Este entregable describe las tecnologías 3GPP 5G FR1+FR2 seleccionadas para el *testbed* de i2CAT, que el licitador integrará en dicho *testbed*. Entre estas tecnologías, se deberá proporcionar equipamiento *outdoor* 5G con portadora en FR2 y ancho de banda mínimo de 100 MHz, además de equipos en FR1 que sirvan de soporte. Los equipos radio deberán ser capaces de ajustar BWPs dinámicamente, orientando diferentes BWPs a diferentes servicios, entre ellos, XR. El licitador deberá proporcionar un *core* 5G que incorpore funcionalidades de *application awareness*, principalmente NWDAF y NEF. Además, se proporcionará un CPE compatible con la red 5G FR2 desplegada por el licitador y que disponga de interfaz WIFI o USB. El equipamiento proporcionado se deberá integrar en el *testbed* de i2CAT, a través de una interfaz open-APIs que se detalle. El licitador proporciona los elementos a integrar durante la ejecución de la licitación del lote 2. Este informe también proporciona resultados de rendimiento (tasa de transmisión, retardo, tasa de paquetes perdidos) de la transmisión de flujos de tráfico XR sobre la red 5G desplegada.

Tipo de entregable: documento, equipo hardware

Fecha de entrega: 30/09/2024

Presupuesto asociado (sin IVA): 396.250,00 €

Criterio de aceptación: Este informe incluye descripciones de las tecnologías 3GPP 5G FR1+FR2 seleccionadas para el *testbed* de i2CAT, así como la integración de estas tecnologías en dicho *testbed*. El informe también describe las APIs disponibles en el core, y aportará detalles de cómo éstas facilitan la integración de servicios. Además, este informe también proporciona resultado de validación de la red desplegada, incluyendo KPIs a nivel de red como tasas de transmisión y latencias, bajo las distintas configuraciones soportadas. Los KPIs reportados deberán estar en línea con los que define el 3GPP para las configuraciones seleccionadas. En caso que los KPIs reportados sean inferiores a los teóricos definidos por 3GPP, el informe deberá detallar las razones por la que se observan las diferencias.

Hitos asociados: 6GOPENVERSO-SP1-H1, 6GOPENVERSO-SP1-H3

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

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

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

Las personas referidas anteriormente se reunirán con una periodicidad mínima de 30 días para supervisar, controlar y tratar cualquier aspecto vinculado con el desarrollo del contrato, a fin de asegurar que el mismo se está ejecutando conforme a lo establecido en el presente pliego.

A los efectos anteriores, se evaluará el seguimiento y control del cumplimiento de cada requerimiento técnico para cada lote de la siguiente manera:

- El adjudicatario deberá aportar periódicamente una planificación de las actividades relacionadas con cada entregable, con especificación de las fechas de inicio y fin.
- El adjudicatario se somete al cumplimiento de las obligaciones, plazos y resultados contenidos en este Pliego y en la documentación análoga que obre en su poder, de manera que cualquier cambio tendrá que ser notificado a la entidad contratante y validado posteriormente por ésta.
- El adjudicatario, durante la ejecución del contrato, deberá tener implementado un plan de contingencia, que permita detectar cualquier incidencia, siendo responsable de su resolución cuando le sea imputable.
- El adjudicatario podrá ser requerido para habilitar un canal de comunicación, que permita una interacción fluida con la entidad contratante, para dilucidar la consecución de los hitos y objetivos establecidos en la definición del proyecto y asegurar su control y calidad.
- Sin perjuicio de lo establecido en los apartados precedentes, se podrán incluir nuevas medidas de seguimiento y control o modificar las establecidas en el presente Pliego, cuando se estime oportuno.

8. Documentación técnica a aportar por las empresas licitadoras

Las especificaciones técnicas propuestas por la empresa licitadora en su oferta se convertirán en condiciones de obligado cumplimiento a lo largo de la ejecución del contrato si ésta se convierte en la adjudicataria.

A fin de acreditar el cumplimiento de cada especificación técnica exigida en este pliego, la empresa licitadora deberá realizar una propuesta en relación a los criterios que dependen de un juicio de valor, de acuerdo a los parámetros establecidos en el Anexo 1 del presente Pliego, a incluir en el Sobre nº 2.

Barcelona, 9 de agosto de 2022

El órgano de contratación

Sr. Josep Paradells Aspas

Director

Sr. Joan Manel Martín Almansa

Director Ejecutivo

ANEXO 1. MODELO/ ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA PARA CRITERIOS EVALUABLES MEDIANTE JUICIO DE VALOR (SOBRE 2)

El/la Sr./Sra., con domicilio a efectos de notificaciones en calle núm., teléfono núm. y con NIF, [en caso de actuar por representación: como de, con poderes otorgados ante el notario de, Sr./Sra., el día, núm. de protocolo], habiendo tenido conocimiento de las condiciones y requisitos que se exigen para poder ser adjudicatario/a del LOTE ... del contrato de Servicios de investigación aplicada sobre redes 6G con soporte para la validación de servicios futuros de realidad extendida en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia - Next GenerationEU a través del Proyecto 6GOPENVERSO-NET (Número de referencia TSI-063000-2021-2), con número de expediente 2022080900, mediante procedimiento abierto sujeto a regulación armonizada, de acuerdo con los criterios de adjudicación del contrato evaluables mediante juicio de valor según lo dispuesto en el PCAP, DECLARA que se compromete a ejecutarlo con estricta sujeción a la siguiente propuesta técnica:

1) Solución técnica ofertada:

Debe incluir:

- Una propuesta de oferta a los trabajos solicitados que se van a realizar, junto con un plan de ejecución.

1.1) Calidad técnica de la oferta

Debe incluir:

- *Una propuesta de oferta a los trabajos solicitados que se van a realizar, definiéndolos con nivel de detalle y de calidad. Se busca asegurar que la propuesta técnica contribuye al desarrollo de nuevas capacidades que, o bien optimicen tecnologías existentes de forma sustancial, o bien transformen las capacidades existentes de forma muy significativa con el uso de nuevos paradigmas tecnológicos. Se valorará la contribución de esas tecnologías en resultados que impacten de forma real y detallada en la vida del ciudadano.*

Se debe considerar que:

- *Para la valoración del nivel de detalle de la oferta en respuesta a los trabajos a realizar, se tendrá en cuenta que el licitador realice una definición de manera precisa y concreta de los objetivos que persiguen, identificando indicadores cuantificables que permitan valorar la consecución dichos objetivos y se apreciará el grado de conocimiento del estado de la técnica.*
- *Para la valoración del nivel de calidad de la oferta en respuesta a los trabajos solicitados, se*

tendrá en cuenta que el licitador realice una descripción de la oportunidad de innovación que éstos representan con indicación del valor añadido de la propuesta sobre los mínimos requisitos planteados en las actividades que se licitan.

1.2) Calidad del plan de ejecución

Debe incluir:

- *Una planificación detallada, incluyendo sus actividades principales, que le permitan prestar adecuadamente el servicio en el tiempo estipulado y considerar la viabilidad de la creación e implantación de la solución, así como del mantenimiento de ésta en el largo plazo.*
- *Esta planificación deberá contener:*
 - (i) *Una descripción detallada de la organización del equipo de trabajo que ejecutará el servicio.*
 - (ii) *Una identificación y plan de mitigación de riesgos asociados al proyecto.*
 - (iii) *El listado de entregables que permita verificar la ejecución efectiva de las tareas.*

Se debe considerar que:

- *Para la valoración del nivel de calidad del plan de ejecución, se tendrá en cuenta que el licitador realice una propuesta con nivel de detalle de las actividades planificadas, su coherencia con el resto de la oferta, su adecuación a la planificación general del proyecto, así como su aplicabilidad real.*

2. Experiencia del licitador

Debe incluir:

- *Una memoria que incorpore la experiencia del licitador en los últimos 5 años (2017-2021) en proyectos de investigación en torno a la tecnología 5G, con particular énfasis en proyectos de la 5G PPP del Programa Horizon 2020. Se busca asegurar que el licitador disponga de suficiente experiencia previa en proyectos de similar complejidad y características científicas dentro del ámbito tecnológico de la actividad a realizar.*

Se debe considerar que:

- *Para la valoración de este criterio, se tendrá en cuenta el volumen de proyectos que el licitador haya completado con éxito, así como las entidades con las que se ha colaborado; el impacto de los resultados, medibles en conocimiento generado e imputable a la participación en proyectos de 5G; se valorará el rol ocupado en los proyectos, atendiendo a la calidad y relevancia de las posiciones de responsabilidad de gestión en los proyectos participados y la participación de mujeres en dichos roles; así como la relevancia temática de los proyectos respecto al trabajo a ejecutar en la licitación, que redunde en un valor añadido en el desarrollo de las actividades concretas previstas en la licitación.*

[Lugar, fecha y firma]