

CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA - CTTC

PLEC DE CLÀUSULES TÈCNIQUES PARTICULARS DEL SUBMINISTRAMENT DE MÒDULS QUÀNTICS (FUTURO6G)

NÚM. EXPEDIENT: CTTC-2025-21

1. Context

La FUNDACIÓ CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA (d'ara endavant CTTC o la Fundació) és una Fundació del sector públic de la Generalitat de Catalunya, subjecta a la legislació sobre fundacions de la Generalitat de Catalunya, amb personalitat jurídica pròpia i durada il·limitada. Figura inscrita al Registre de Fundacions de la Generalitat de Catalunya amb el número 1613. Impulsada des del Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació (DURSI) de la Generalitat de Catalunya, es va constituir el dia 28 de juny de 2001 i té per objecte contribuir a impulsar la promoció i el desenvolupament de la recerca d'alt nivell a les diferents branques de les tecnologies de les telecomunicacions i la geomàtica, potenciant grups de recerca d'excel·lència en ciència i enginyeria relacionades amb aquests àmbits; la producció, promoció i divulgació del coneixement i la formació de personal tècnic i científic en tecnologies de telecomunicacions i la geomàtica; l'establiment de col·laboracions científiques i acadèmiques amb les universitats i els grans centres de recerca nacionals i internacionals especialitzats en tecnologia de telecomunicacions i geomàtica; l'establiment de col·laboracions, en la forma que legalment escaigui, amb les administracions públiques i amb el sector privat en les matèries pròpies de la seva activitat; facilitar el contacte entre la investigació bàsica i aplicada, actuant, quan correspongui, com a centre de transferència de tecnologia; l'organització de trobades científiques nacionals i internacionals; contribuir, mitjançant el perfeccionament tecnològic i la innovació, a la millora de la competitivitat de les empreses; així com qualsevol altra finalitat relacionada.

2. Objecte del contracte

L'objecte del present plec de condicions tècniques és l'establiment de les condicions tècniques que regiran en l'adjudicació, per part del CTTC, del contracte de subministrament de mòduls quàntics per poder implementar protocols basats en polarització de QKD que puguin funcionar en entorns d'espai lliure òptics tant terrestres, com satel·litals.

Necessitats que es pretenen cobrir amb aquest contracte

Per a desenvolupar la seva activitat el CTTC necessita mòduls de comunicacions quàntiques i en particular les basades en polarització de QKD per tal de poder desenvolupar un teleport amb capacitats de comunicacions quàntiques. No obstant aquests mòduls seran portables per poder desenvolupar una

plataforma de prova de sistemes quàntics, i dona servei a l'estació òptica portable per que aquesta proveeixi comunicacions quàntiques D'aquesta forma es podrà avaluar les prestacions actuals dels sistemes quàntics, estudiar el seu model de canal, la longitud de paraula codi que cal per poder protegir les comunicacions quàntiques, la velocitat de generació de les claus quàntiques per diferents canals òptics sense fils. Amb aquest hub de comunicacions òptiques quàntiques esperem augmentar la participació en projectes de naturalesa quàntica bé a nivell nacional com europeu així com traslladar el coneixement adquirit cap a les empreses i altres grups de recerca.

3. Descripció del subministrament

Els productes objecte del subministrament es relacionen a l'annex 1. Cada article està descrit dins del corresponent lot i amb una denominació concreta, els quals el proveïdor haurà de fer constar a l'albarà emès a l'hora de fer el lliurament dels articles.

Tot el material subministrat haurà de ser de nova adquisició.

El temps d'entrega dels equipaments, haurà de ser igual o inferior a 12 setmanes des de la data de la comanda del subministrament.

Es podrà sol·licitar a l'adjudicatari l'emissió de diferents factures per cadascun o varis dels materials de cada un dels lots objecte del present subministrament.

El material o subministrament objecte del present contracte, s'haurà de lliurar a la següent adreça:

Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC),

Av. Carl Friedrich Gauss 7-11, Edificio B-4

08860 Barcelona

L'adjudicatari es farà càrrec de les despeses d'enviament o de qualsevol despesa relacionada amb la mateixa.

4. Requeriments tècnics

4.1 Requeriments tècnics del material

Els materials a subministrar han de complir els requisits tècnics previstos a l'annex 1 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques.

Tot i que les descripcions tècniques d'alguns materials d'aquest expedient puguin incloure referències específiques de productes, es podran presentar ofertes amb referències equivalents, sempre i quan tinguin la mateixa funcionalitat i acompleixin les descripcions tècniques indicades en el present plec.

Si al llarg de la vigència del contracte, el material adjudicat sofrís evolució tecnològica, millores, variació o substitució en els seus components, aquests seran subministrats en les mateixes condicions econòmiques del contracte.

Els adjudicataris estan obligats a presentar, de manera continuada i fins a la finalització del contracte, l'assessorament tècnic i assistencial necessari per a la utilització dels productes subministrats.

L'inici del subministrament haurà d'efectuar-se un cop formalitzat el contracte en el termini estipulat en el PCAP.

Els adjudicataris quedaran implicats tècnica i econòmicament en la seva execució i per tant, han d'assegurar el funcionament òptim del sistema tant des del punt de vista tècnic com econòmic. En cas que no ho facin s'aplicaran les corresponents penalitats previstes al PCAP.

5. Garantia de l'equipament

Tots els equipaments hauran de disposar d'una garantia de 12 mesos en el lloc on es trobi situat l'equipament, i haurà d'incloure tots els costos relacionats amb la reparació: personal, desplaçament, components i qualsevol altra despesa no prevista.

6. Termini d'entrega

L'empresa adjudicatària haurà de lliurar els equips objecte del present contracte en un termini no superior a 12 setmanes des de la data de la comanda que generarà el CTTC després de la formalització del contracte.

7. Lliurament del subministrament

El lliurament inclou el transport, subministrament, ubicació dels béns objecte del contracte, així com el seu muntatge i instal·lació per part de l'adjudicatari.

La descàrrega i la ubicació dels béns s'ha de fer per mitjans propis de l'empresa que resulti adjudicatària.

L'equipament que constitueix l'objecte del present plec se subministrarà amb tots aquells dispositius i/o elements necessaris per a la seva instal·lació completa, posada en marxa i funcionament correcte.

La instal·lació s'efectuarà sota la supervisió d'un tècnic responsable del servei i ha d'incloure tots els passos necessaris fins que l'equip quedi situat a la ubicació definitiva i completament funcional.

Un cop finalitzada la instal·lació i posada en marxa, l'adjudicatari lliurarà un informe on constin els resultats de la prova de posada en marxa, per a la seva acceptació per part de la persona responsable del contracte del CTTC. En aquest moment el CTTC emetrà la corresponent acta de recepció provisional, dins del mes següent al lliurament o en el termini que es determini al plec de clàusules administratives particulars per raó de les seues característiques, conforme l'equip ha quedat instal·lat satisfactòriament i s'ha iniciat el període de garantia que s'acabi establert en el contracte tot allò en virtut de l'art. 210 de la Llei 9/2017, de 8 de novembre, de contractes del sector públic (LCSP), i en relació al compliment dels contractes i recepció del subministrament.

L'empresa adjudicatària lliurarà també els manuals d'instal·lació, utilització i manteniment tècnic de l'equipament, així com del programari i aplicacions (en castellà i en anglès, en format electrònic i en paper). A més, es compromet a subministrar les actualitzacions corresponents de la documentació durant tota la vida de l'equip, sense que es pugui aplicar cap càrrec per aquest concepte.

S'haurà d'especificar el termini de lliurament que no haurà de superar el termini marcat a punt 6 d'aquest plec.

Castelldefels, 10 de febrer de 2025

Joan Bas Botella

Space Resilient Communications and Systems (SRCOM) Research Unit

ANNEX 1

Els mòduls quàntics sol·licitats es liciten en els dos lots següents:

Lot 1: Sistema de transmissió, atenuació i mesura per a sistemes QKD basats en polarització.

Lot 2: Sistema de detecció de fotons, mesura de fotons, sincronització i generació de nombres aleatoris per a sistemes QKD basats en polarització.

Lot 3: Components electrònics per desenvolupar sistemes QKD.

Lot 4: Analitzador de la Polarització tant per fibra òptica com per espai lliure.

Lot 5: SPDC amb control de temperatura i làsers de bombeig.

Lot 6: Placa Q Variable.

Lot 7: Càmera Perfiladora del Feix Òptic en banda IR.

Lot 8: Marcador Temporal de Fotons.

Especificacions tècniques de cada lot:

Lot 1: Sistema de transmissió, atenuació i mesura per a sistemes QKD basats en polarització

L' objectiu d' aquest lot és adquirir l' equip necessari per generar senyals òptics per a sistemes QKD, permetre l' atenuació variable per a estudis terrestres de sistemes quàntics, proporcionar sistemes de mesura de comunicació quàntica i oferir control de polarització. Aquests mòduls tindran les característiques següents:

- Un làser ajustable a la banda C, de 1450 nm a 1650 nm, dos canals, amb connectors FC-APC i una pantalla per visualitzar configuracions. Els connectors d' interfície seran FC-APC.
- Un atenuador d'alt rang dinàmic capaç de generar els nivells de potència baixos requerits per a experiments de generació de fotons individuals. Els connectors d' interfície seran FC-APC.
- Un multímetre òptic de fibra capaç de mesurar els nivells de potència baixos dels senyals de comunicació quàntica. Els connectors d' interfície seran FC-APC.
- Un modulador d' intensitat directa per a la generació de senyals de polarització. Els connectors d' interfície seran FC-APC.

- Controladors de polarització per a la transmissió i recepció en sistemes de comunicació quàntica basats en polarització. Els connectors d'interfície seran FC-APC.
- Un generador d'ones arbitràries per a comunicacions quàntiques amb dos canals, amplada de banda de 120 MHz per canal, velocitat de 1 GSa/s per canal i resolució de 14 bits per mostra.

Lot 2: Sistema de detecció de fotons, mesura de fotons, sincronització i generació de nombres aleatoris per a sistemes QKD basats en polarització sense enllaç

Aquest lot es centra en la detecció, sincronització i generació de nombres aleatoris per un sistema basat en polarització. Les especificacions per a cada component són:

- Tres fotodetectors de baix soroll compatibles amb MMF de 62,5 micròmetres i connectors FC/PC.
- Un sistema de sincronització per alinear els estats de polarització seleccionats tant en la transmissió com en la recepció sense biaix temporal. Sistema de 5 canals amb senyals de sincronització de 100 MHz i 300 MHz per a estratègies normals i d'alta resolució.
- Un sistema de generació de nombres aleatoris apte per a un bastidor Standard de 1U de 19 polzades, capaç de gestionar fins a 8000 sol·licituds de nombres aleatoris a velocitats de fins a 55 Mbps.

Lot 3: Components electrònics per desenvolupar sistemes QKD

L'objectiu principal d'aquest lot és l'adquisició de components electrònics per donar suport a la implementació a nivell de hardware de sistemes QKD. Així els components opto electrònics que es requeriran seran

- Quatre (4) Divisors de Feix per Polarització (Polarization Beam Splitter) amb les següents propietats:
 - Longitud d'ona: 1200-1600 nm
 - Transmissió i Reflexió: 50% : 50%
 - Mida: 2 polzades, cubs
- Quatre (4) Divisors de Feix no Polaritzats (Non-polarization Beam Splitter) amb les següents propietats:
 - Longitud d'ona: 1200-1600 nm

- Transmissió i Reflexió: 50% : 50%
- Mida: 2 polzades, cubs, 5 mm x 5 mm x 5 mm
- TP > 90%
- RS, Promig > 95%
- Quatre (4) Plaques de Mitja Ona (Half-wave Plate) amb les següents propietats:
 - Diàmetre: Ø1"
 - Recobrint Anti-reflectant (AR Coated)
 - Longitud d'ona: 1550 nm
 - Amb muntura
- Quatre (4) Plaques de Quart de Ona (Quarter-wave Plate) amb les següents propietats:
 - Diàmetre: Ø1"
 - Recobrint Anti-reflectant (AR Coated)
 - Longitud d'ona: 1550 nm
 - Amb muntura
- Dos (2) Polaritzadors Lineals (Linear Polarizer) amb les següents propietats:
 - Diàmetre: Ø1"
 - Longitud d'ona: 1550 nm
 - Amb muntura
- Sis (6) Miralls amb les següents propietats:
 - Mida: 1"
 - Longitud d'ona: IR
- Quatre (4) Lents amb les següents propietats:
 - Lents Plano-convex N-BK7 muntades (Recobrint Anti-reflectant: 1050 - 1700 nm)
 - Distància focal: 50 cm
- Quatre (4) Lents amb les següents propietats:
 - Lents Plano-convex N-BK7 muntades (Recobrint Anti-reflectant: 1050 - 1700 nm)
 - Distància focal: 100 cm
- Un (1) Atenuador òptic variable electrònic amb les següents propietats:
 - Atenuador Variable SM, 1550 nm, 50 dB, In-Line, Connectors FC/APC
- Quatre (4) Plataformes de 3 eixos (3-axis stage) amb les següents propietats:



- Mecanisme de desplaçament: Coixinets de corrons creuats (Crossed-Roller Bearings)
- Ranures mètriques
- Dues (2) Taules Òptiques amb les següents propietats:
 - Gruix de la taula: 210 mm (8.3") o 310 mm (12.2")
 - Profunditat màxima del cargol: Forats estàndard: gruix total de la taula menys 5 mm (23,5 mm per als forats del perímetre)
 - Forats segellats: 25 mm (23.5 mm per als forats del perímetre)
- Dos (2) Jocs de forquilles de subjecció i suport amb les següents propietats:
 - Conté 254 peces
 - Suports, espaciadors i accessoris
 - Forquilles de subjecció i tots els accessoris
- Dotze (12) Muntures de mirall (Mirror Mount) amb les següents propietats:
 - 1 polzada
 - Resolució: 13 mrad
- Vuit (8) Suports de gàbia (Cage Mount) amb les següents propietats:
 - Mida de l'òptic: 1 polzada
 - Obertura: 1,9 polzades
- Sis (6) Plataformes de traducció per a modulació espacial de la llum amb les següents propietats:
 - Desplaçament: 1.00" o 25.0 mm
 - Configuració: dretà o esquerrà
 - Ortogonalitat apilada XY: <5 mrad
 - Desviació angular: <250 µrad
- Sis (6) Plataformes de traducció d'un sol eix amb les següents propietats:
 - Desplaçament: 1.00"
 - Resolució: 0,025"
 - Mètric
- Un (1) Kit de laboratori 1
- Un (1) Tornavís
- Un (1) Mesurador de potència òptica amb les propietats següents:
 - Rang: 185 nm - 25 µm (Depèn del sensor)

- Temperatura d'emmagatzematge: -40 a 70 ° C
- Tots els accessoris inclosos
- Quatre (4) Controladors de polarització de fibra amb les propietats següents:
 - Nombre de pales = 3
 - Longitud d'ona = 1260 - 1625 nm
- Despeses d'enviament incloses

Lot 4: Analitzador de la Polarització tant per fibra òptica com per espai lliure

L'objecte de la present licitació és l'adquisició d'un analitzador de la polarització tan en fibra òptica com en espai lliure òptic el qual ha de comptar amb les següents característiques:

- Rang de potència: 0.01W-50mW
- Rang de longituds d'ona: 1100-1660 nm
- Ressolució: +/- 0.04°
- Interfaç USB
- Connectors: FC-APC
- Capcitat de mesurar el paràmetre d'Stokes
- Software de mesura inclòs
- Drivers per sistema operatiu Windows

Lot 5: SPDC amb Control de Temperatura, i Làsers de Bombeig

L'objecte de la present licitació és l'adquisició d' un Spontaneous Parametric Down-Conversion (SPDC), el sistema de control de temperatura que el soporta, així com el laser que ajuda a generar el parell de fotons que (SPDC) correla” , el qual ha de comptar amb les següents característiques:

- Ha de ser un SPDC tipus 2
- - longitud d' ona del làser de bombeig : 775nm +/- 1.5nm
- - potència del làser de bombeig CW < 30mW
- - fibra d' entrada tipus : PM85 (polarizing maintaining at wavelength 850nm)

- - fibra de sortida tipus : PM1550 (polarizing maintaining at wavelength 1550nm)
- - connectors òptics : FC/APC
- - temperature d' operació : 10° C - 60° C
- Pel control de Temperatura
 - - rang de temperatures de treball: 20° C - 75° C
 - - termòstat tipus: PS-12-M
- Pel làser que ajuda a generar els fotons del SPDC (làser de bombeig)
 - Longitud d' ona 775nm +/- 1nm
 - Amplada de la línia del làser : 2MHz típica i de 10MHz com a màxim
 - - SMSR : 45dB typ
 - -fibra òptica : PM780 / connector FC-APC (polarizing maintaining at wavelength 750nm)

Lot 6: Placa Q Variable

L'objecte de la present licitació és l'adquisició d'una placa espiral variable per a la generació de feixos vòrtex, el qual ha de comptar amb les següents característiques:

- El rang de longituds d' ona ha de ser: 400nm-1700nm
- Retard de fase ajustable elèctricament (0-5V AC).
- q=0,5 estàndard
- q=1 i més altes sota demanda
- Moment orbital +/- 1
- Mida màxima del feix 10 mm
- Mida mínima del feix 5 mm
- Àrea activa diàmetre de 12 mm
- Transmissió superior al 85% (en la VIS)
- Material del retardador cristall líquid nemàtic
- Material del substrat vidre bk7
- Ràtio d'extinció local (intensitat d'entrada/intensitat de sortida)
- Homogeneïtat de la intensitat de sortida < 1/100 de variació RMS

- Interval de temperatura de treball 15° - 35°
- Controladors associats
- USB-LC Driver
- Costos d'embarcament inclosos

Lot 7: Càmera Perfiladora del Feix Òptic en banda IR

Les característiques tècniques de la càmera perfiladora del feix son:

- Màxima velocitat a fotograma complet: 600 trames per segon (fps)
- Soroll de lectura per alt guany, 50microsegons fins a 600 trames per segon: < 30 electrons

Lot 8: Marcador Temporal de Fotons

L'objecte de la present licitació és l'adquisició d'un marcador temporal dels fotons per un sistema quàntic basat en QKD-entrellaçat, el qual ha de comptar amb les següents característiques:

- Número de canals: 4
- Resolució temporal: 13ps
- Rang de mesura : des de zero fins a 1 s.
- Velocitat de transferència: fins 1M correlacions/Canal/segon
- Entrades en TTL/NIM
- Connector de fibra òptica: FC/APC
- Sortida USB per poder-se connectar al PC
- Llibreries en DLL amb exemples

CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA - CTTC

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS PARTICULARES DEL SUMINISTRO DE MÓDULOS CUÁNTICOS (FUTURO6G)

NÚM. EXPEDIENTE: CTTC-2025-21

1. Contexto

La FUNDACIÓN CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA (en adelante, CTTC o la Fundación) es una Fundación del sector público de la Generalitat de Cataluña, sujeta a la legislación sobre fundaciones de la Generalitat de Cataluña, con personalidad jurídica propia y duración ilimitada. Está registrada en el Registro de Fundaciones de la Generalitat de Cataluña con el número 1613. Impulsada desde el Departamento de Universidades, Investigación y Sociedad de la Información (DURSI) de la Generalitat de Cataluña, se constituyó el 28 de junio de 2001 y tiene como objetivo contribuir a impulsar la promoción y el desarrollo de la investigación de alto nivel en las diferentes ramas de las tecnologías de las telecomunicaciones y la geomática, potenciando grupos de investigación de excelencia en ciencia e ingeniería relacionadas con estos ámbitos; la producción, promoción y divulgación del conocimiento y la formación de personal técnico y científico en tecnologías de telecomunicaciones y la geomática; el establecimiento de colaboraciones científicas y académicas con las universidades y los grandes centros de investigación nacionales e internacionales especializados en tecnología de telecomunicaciones y geomática; el establecimiento de colaboraciones, en la forma que legalmente corresponda, con las administraciones públicas y con el sector privado en las materias propias de su actividad; facilitar el contacto entre la investigación básica y aplicada, actuando, cuando corresponda, como centro de transferencia de tecnología; la organización de encuentros científicos nacionales e internacionales; contribuir, mediante el perfeccionamiento tecnológico y la innovación, a la mejora de la competitividad de las empresas; así como cualquier otra finalidad relacionada.

2. Objeto del contrato

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es el establecimiento de las condiciones técnicas que regirán la adjudicación, por parte del CTTC, del contrato de suministro de módulos cuánticos para implementar protocolos basados en polarización de QKD que puedan funcionar en entornos ópticos de espacio libre, tanto terrestres como satelitales.

Necesidades que se pretenden cubrir con este contrato

Para desarrollar su actividad, el CTTC necesita módulos de comunicaciones cuánticas, en particular aquellos basados en polarización de QKD, para implementar un tele-puerto con capacidades de

comunicaciones cuánticas. No obstante, estos módulos serán portátiles para desarrollar una plataforma de prueba de sistemas cuánticos y dar servicio a la estación óptica portátil, permitiendo que esta proporcione comunicaciones cuánticas. De este modo, se podrán evaluar las prestaciones actuales de los sistemas cuánticos, estudiar su modelo de canal, determinar la longitud de palabra de código necesaria para proteger las comunicaciones cuánticas y analizar la velocidad de generación de claves cuánticas para diferentes canales ópticos inalámbricos.

Con este hub de comunicaciones ópticas cuánticas, se espera aumentar la participación en proyectos de naturaleza cuántica tanto a nivel nacional como europeo, así como transferir el conocimiento adquirido a empresas y otros grupos de investigación.

3. Descripción del suministro

Los productos objeto del suministro se detallan en el anexo 1. Cada artículo está descrito dentro del correspondiente lote y con una denominación específica, la cual el proveedor deberá hacer constar en el albarán emitido al realizar la entrega de los artículos.

Todo el material suministrado deberá ser de nueva adquisición.

El plazo de entrega de los equipos deberá ser igual o inferior a 12 semanas desde la fecha de la comanda de suministro.

Se podrá solicitar al adjudicatario la emisión de diferentes facturas para cada uno o varios de los materiales de cada uno de los lotes objeto del presente suministro.

El material o suministro objeto del presente contrato deberá entregarse en la siguiente dirección:

Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC),

Av. Carl Friedrich Gauss 7-11, Edificio B-4

08860 Barcelona

El adjudicatario se hará cargo de los gastos de envío o de cualquier gasto relacionado con la misma.

4. Requisitos técnicos

4.1 Requisitos técnicos del material

Los materiales a suministrar deben cumplir con los requisitos técnicos previstos en el anexo 1 de este Pliego de Prescripciones Técnicas.

Aunque las descripciones técnicas de algunos materiales de este expediente puedan incluir referencias específicas de productos, se podrán presentar ofertas con referencias equivalentes, siempre y cuando tengan la misma funcionalidad y cumplan con las descripciones técnicas indicadas en el presente pliego.

Si a lo largo de la vigencia del contrato, el material adjudicado experimenta evolución tecnológica, mejoras, variación o sustitución en sus componentes, estos se suministrarán en las mismas condiciones económicas del contrato.

Los adjudicatarios están obligados a presentar, de manera continua y hasta la finalización del contrato, el asesoramiento técnico y asistencial necesario para la utilización de los productos suministrados.

El inicio del suministro deberá efectuarse una vez formalizado el contrato en el plazo estipulado en el PCAP.

Los adjudicatarios quedarán implicados técnica y económicamente en su ejecución y, por lo tanto, deben asegurar el funcionamiento óptimo del sistema tanto desde el punto de vista técnico como económico. En caso de no hacerlo, se aplicarán las correspondientes penalizaciones previstas en el PCAP.

5. Garantía del equipo

Todos los equipos deberán contar con una garantía de 12 meses en el lugar donde esté situado el equipo, y deberá incluir todos los costes relacionados con la reparación: personal, desplazamiento, componentes y cualquier otro gasto no previsto.

6. Plazo de entrega

La empresa adjudicataria deberá entregar los equipos objeto del presente contrato en un plazo no superior a 40 semanas desde la fecha de la orden de compra que generará el CTTC después de la formalización del contrato.

7. Entrega del suministro

La entrega incluye el transporte, suministro, ubicación de los bienes objeto del contrato, así como su montaje e instalación por parte del adjudicatario.

La descarga y ubicación de los bienes deben realizarse mediante los medios propios de la empresa que resulte adjudicataria.

El equipamiento que constituye el objeto del presente pliego se suministrará con todos aquellos dispositivos y/o elementos necesarios para su instalación completa, puesta en marcha y correcto funcionamiento.

La instalación se llevará a cabo bajo la supervisión de un técnico responsable del servicio e incluirá todos los pasos necesarios hasta que el equipo quede situado en la ubicación definitiva y completamente funcional.

Una vez finalizada la instalación y puesta en marcha, el adjudicatario entregará un informe con los resultados de la prueba de puesta en marcha, para su aceptación por parte de la persona responsable del contrato del CTTC. En este momento, el CTTC emitirá la correspondiente acta de recepción provisional, dentro del mes siguiente al suministro o en el plazo que se determine en el pliego de cláusulas administrativas particulares por razón de sus características, confirmando que el equipo ha quedado instalado satisfactoriamente y ha comenzado el período de garantía que se establezca en el contrato, todo ello en virtud del art. 210 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público (LCSP), y en relación al cumplimiento de los contratos y recepción del suministro.

La empresa adjudicataria también entregará los manuales de instalación, utilización y mantenimiento técnico del equipamiento, así como del software y aplicaciones (en español y en inglés, en formato electrónico y en papel). Además, se compromete a suministrar las correspondientes actualizaciones de

la documentación durante toda la vida del equipo, sin que se pueda aplicar ningún cargo por este concepto.

Se deberá especificar el plazo de entrega, que no deberá superar el plazo establecido en el punto 6 de este pliego.

Castelldefels, 10 de febrero de 2025

Joan Bas Botella

Space Resilient Communications and Systems (SRCOM) Research Unit

ANEXO 1

Los módulos cuánticos solicitados se licitan en los siguientes lotes:

Lote 1: Sistema de transmisión, atenuación y medida para sistemas QKD basados en polarización.

Lote 2: Sistema de detección de fotones, medida de fotones, sincronización y generación de números aleatorios para sistemas QKD basados en polarización.

Lote 3: Componentes electrónicos para desarrollar sistemas QKD.

Lote 4: Analizador de la Polarización tanto para fibra óptica como por espacio libre.

Lote 5: SPDC con Control de Temperatura y Láseres de Bombeo.

Lote 6: Placa Q Variable.

Lote 7: Cámara Perfiladora del Haz Óptico en banda IR.

Lote 8: Marcador Temporal de Fotones.

Especificaciones técnicas de cada lote:

Lote 1: Sistema de transmisión, atenuación y medida para sistemas QKD basados en polarización

El objetivo de este lote es adquirir el equipo necesario para generar señales ópticas para sistemas QKD, permitir la atenuación variable para estudios terrestres de sistemas cuánticos, proporcionar sistemas de medida de comunicación cuántica y ofrecer control de polarización. Estos módulos tendrán las siguientes características:

- Un láser ajustable en la banda C, de 1450 nm a 1650 nm, dos canales, con conectores FC-APC y una pantalla para visualizar configuraciones. Los conectores de interfaz serán FC-APC.
- Un atenuador de alto rango dinámico capaz de generar los niveles de potencia bajos requeridos para experimentos de generación de fotones individuales. Los conectores de interfaz serán FC-APC.
- Un multímetro óptico de fibra capaz de medir los niveles de potencia bajos de las señales de comunicación cuántica. Los conectores de interfaz serán FC-APC.
- Un modulador de intensidad directa para la generación de señales de polarización. Los conectores de interfaz serán FC-APC.
- Controladores de polarización para la transmisión y recepción en sistemas de comunicación cuántica basados en polarización. Los conectores de interfaz serán FC-APC.

- Un generador de ondas arbitrarias para comunicaciones cuánticas con dos canales, ancho de banda de 120 MHz por canal, velocidad de 1 GSa/s por canal y resolución de 14 bits por muestra.

Lote 2: Sistema de detección de fotones, medida de fotones, sincronización y generación de números aleatorios para sistemas QKD basados en polarización sin enlace

Este lote se centra en la detección, sincronización y generación de números aleatorios para un sistema basado en polarización. Las especificaciones para cada componente son:

- Tres fotodetectores de bajo ruido compatibles con MMF de 62,5 micrómetros y conectores FC/PC.
- Un sistema de sincronización para alinear los estados de polarización seleccionados tanto en la transmisión como en la recepción sin sesgo temporal. Sistema de 5 canales con señales de sincronización de 100 MHz y 300 MHz para estrategias normales y de alta resolución.
- Un sistema de generación de números aleatorios apto para un bastidor estándar de 1U de 19 pulgadas, capaz de gestionar hasta 8000 solicitudes de números aleatorios a velocidades de hasta 55 Mbps.

Lote 3: Componentes electrónicos para desarrollar sistemas QKD

El objetivo principal de este lote es la adquisición de componentes electrónicos para apoyar la implementación a nivel de hardware de sistemas QKD:

- Cuatro (4) Separadores de Haz por Polarización (Polarization Beam Splitter) con las siguientes propiedades:
 - Longitud de onda: 1200-1600 nm
 - Transmisión y Reflexión: 50 %: 50 %
 - Tamaño: 2 pulgadas, cubos
- Cuatro (4) Separadores de Haz No-Polarizantes (Non-polarization Beam Splitter) con las siguientes propiedades:
 - Longitud de onda: 1200-1600 nm
 - Transmisión y Reflexión: 50 %: 50 %
 - Tamaño: 2 pulgadas, cubos, 5 mm x 5 mm x 5 mm
 - TP > 90%

- RS, Promedio > 95%
- Cuatro (4) Placas de Media Onda (Half-wave Plate) con las siguientes propiedades:
 - Diámetro Ø1"
 - AR Coated
 - Longitud de onda: 1550 nm
 - Con montaje
- Cuatro (4) Placas de Cuarto de Onda (Quarter-wave Plate) con las siguientes propiedades:
 - Diámetro Ø1"
 - Recubrimiento Anti-reflejante AR Coated
 - Longitud de onda: 1550 nm
 - Con montaje
- Dos (2) Polarizadores Lineales (Linear Polarizer) con las siguientes propiedades:
 - Diámetro Ø1"
 - Longitud de onda: 1550 nm
 - Con montaje
- Seis (6) Espejos con las siguientes propiedades:
 - Tamaño: 1"
 - Longitud de onda: IR
- Cuatro (4) Lentes con las siguientes propiedades:
 - Lentes Plano-convex de N-BK7 montadas (Revestimiento AR: 1050-1700 nm)
 - Longitud focal: 50 cm
- Cuatro (4) Lentes con las siguientes propiedades:
 - Lentes Plano-convexo de N-BK7 montadas (Revestimiento AR: 1050-1700 nm)
 - Longitud focal: 100 cm
- Un (1) Atenuador óptico variable electrónico con las siguientes propiedades:
 - Atenuador Variable SM, 1550 nm, 50 dB, In-Line, Conectores FC/APC
- Cuatro (4) Mesas de 3 ejes (3-axis stage) con las siguientes propiedades:
 - Mecanismo de movimiento: Rodamientos cruzados (Crossed-Roller Bearings)
 - Ranuras métricas
- Dos (2) Mesas Ópticas con las siguientes propiedades:

- Espesor de la mesa: 210 mm (8,3") o 310 mm (12,2")
 - Profundidad máxima del tornillo: Agujeros estándar: Espesor total de la mesa menos 5 mm (23,5 mm para agujeros del borde exterior)
 - Agujeros sellados: 25 mm (23,5 mm para agujeros del borde exterior)
- Dos (2) Kits de Mordazas y Soportes con las siguientes propiedades:
 - Contiene 254 piezas
 - Soportes para postes, espaciadores y accesorios
 - Mordazas y todos los accesorios
- Doce (12) Soportes para Espejos (Mirror Mount) con las siguientes propiedades:
 - 01 pulgada
 - Resolución: 13 mrad
- Ocho (8) Soportes de Jaula (Cage Mount) con las siguientes propiedades:
 - Tamaño óptico: 01 pulgada
 - Apertura: 1,9 pulgadas
- Seis (6) Mesas de Traslación para Modulación de Luz Espacial con las siguientes propiedades:
 - Movimiento: 1,00" o 25,0 mm
 - Configuración: Para diestros o zurdos
 - Ortogonalidad XY apilada: <5 mrad
 - Desviación angular: <250 μ rad
- Seis (6) Mesas de traslación de un solo eje con las siguientes propiedades:
 - Movimiento: 1,00"
 - Resolución: 0,025"
 - Métrico
- Un (1) Kit de laboratorio 1
- Un (1) Destornillador
- Un (1) Medidor de potencia óptica con las siguientes propiedades:
 - Rango: 185 nm - 25 μ m (Dependiente del sensor)
 - Temperatura de almacenamiento: -40 a 70 ° C
 - Todos los accesorios incluidos
- Cuatro (4) Controladores de polarización de fibra con las siguientes propiedades:

- Número de paletas = 3
- Longitud de onda = 1260 - 1625 nm
- Costes de envío incluidos

Lote 4: Analizador de la Polarización tanto para fibra óptica como por espacio libre

El objeto de esta licitación es la adquisición de un analizador de la polarización tanto en fibra óptica como en espacio libre óptico que deberá contar con las siguientes características:

- Rango de potencia: 0.01 W - 50 mW
- Rango de longitudes de onda: 1100 - 1660 nm
- Resolución: +/- 0.04°
- Interfaz USB
- Conectores: FC-APC
- Capacidad de medir el parámetro de Stokes
- Software de medida incluido
- Controladores para sistema operativo Windows

Lote 5: SPDC con Control de Temperatura y Láseres de Bombeo

El objeto de este lote es la adquisición de un sistema de Spontaneous Parametric Down-Conversion (SPDC), el sistema de control de temperatura que lo soporta, así como el láser que ayuda a generar el par de fotones correlacionados (SPDC), que deberá contar con las siguientes características:

- SPDC tipo 2
- Longitud de onda de bombeo: 775 nm +/- 1.5 nm
- Potencia de bombeo CW: < 30 mW
- Fibra de entrada tipo: PM85 (polarización mantenida a longitud de onda 850 nm)
- Fibra de salida tipo: PM1550 (polarización mantenida a longitud de onda 1550 nm)
- Conectores ópticos: FC/APC
- Temperatura de operación: 10° C - 60° C

Para el control de temperatura:

- Rango de temperaturas de trabajo: 20° C - 75° C
- Termostato tipo: PS-12-M

Para el láser de bombeo:

- Longitud de onda: 775 nm +/- 1 nm
- Ancho de línea: 2 MHz típico, 10 MHz máximo
- SMSR: 45 dB típico
- Fibra óptica: PM780 / Conector FC-APC (polarizing maintaining at wavelength 750nm)

Lote 6: Placa Q Variable

El objeto de esta licitación es la adquisición de una placa espiral variable para la generación de haces vórtex, que deberá contar con las siguientes características:

- Rango de longitudes de onda: 400 nm - 1700 nm
- Retardo de fase ajustable eléctricamente (0-5 V AC).
- $q=0,5$ estándar
- $q=1$ y valores superiores bajo demanda
- Momento orbital +/- 1
- Tamaño máximo del haz: 10 mm
- Tamaño mínimo del haz: 5 mm
- Diámetro del área activa: 12 mm
- Transmisión superior al 85% (en la VIS)
- Material del retardador: cristal líquido neumático
- Material del sustrato: vidrio BK7
- Ratio de extinción local (intensidad de entrada/intensidad de salida)
- Homogeneidad de la intensidad de salida < 1/100 de variación RMS
- Intervalo de temperatura de trabajo 15° - 35°
- Controladores asociados
- Controlador USB-LC
- Costes de embarque incluidos

Lote 7: Cámara Perfiladora del Haz Óptico en banda IR

Las características técnicas de la cámara perfiladora del haz son:

- Velocidad máxima a fotograma completo: 600 fotogramas por segundo (fps)

- Ruido de lectura para alta ganancia, 50 microsegundos a 600 fps: < 30 electrones

Lote 8: Marcador Temporal de Fotones

El objeto de esta licitación es la adquisición de un marcador temporal de fotones para un sistema cuántico basado en QKD entrelazado, que deberá contar con las siguientes características:

- Número de canales: 4
- Resolución temporal: 13 ps
- Rango de medida: desde cero hasta 1 s
- Velocidad de transferencia: hasta 1M correlaciones/canal/segundo
- Entradas en TTL/NIM
- Conector de fibra óptica: FC/APC
- Salida USB para conectarse al PC
- Librerías en DLL con ejemplos