

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO DE 950 MÓDULOS DE SISTEMAS ÓPTICOS DE ALTA DENSIDAD.

EXPEDIENTE: IFAE-2026/08

1. CONTEXTO

El Institut de Física d'Altes Energies (IFAE) (en adelante "IFAE"), participa en el proyecto ATLAS de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (en adelante "CERN").

Dicha participación se financia en virtud del convenio suscrito con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) el 6 de julio de 2023, en el contexto del desarrollo de proyectos científicos financiados con cargo al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) dentro del marco del proyecto "Desarrollo de proyectos en el ámbito experimental de la física de partículas y nuclear, asociados a grandes experimentos en el CERN" que forma parte de las inversiones previstas dentro del apartado C17. I2 del Componente 17 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR). El PRTR recibe financiación de los fondos Next Generation EU, entre ellos el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

La contribución del IFAE consiste en la participación en tres subsistemas del detector ATLAS que operará en la fase de alta luminosidad del LHC: ITk-Pixel, HGTD y TileCal. El IFAE es responsable de la producción de módulos para los dos detectores de silicio (ITk-Pixel y HGTD). Para el detector ITk-Pixel el IFAE es responsable de la capa más interna del sistema, incluyendo hibridación (conexión de electrónica de lectura al sensor sobre la tarjeta electrónica híbrida) y ensamblaje de módulos. Para HGTD se aportarán el 10% de los módulos, incluyendo sensores, hibridación y ensamblaje.

Por todo lo expuesto, el IFAE requiere la adquisición de sistemas electrónicos ópticos que permitan la conversión de señales eléctricas de alta velocidad a señales ópticas, garantizando la integridad de la señal y la compatibilidad de los detectores para las mejoras de ATLAS.

2. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto de esta licitación es el suministro de:

- 475 módulos de sistemas ópticos de gran densidad (25 Gbps) de Grado Estándar (Standard Grade).
- 475 módulos de sistemas ópticos de gran densidad (10 Gbps) de Grado Extendido (Extended Grade), calificados para resistir una dosis ionizante total (TID) de 1 MGy y una fluencia de neutrones de 1×10^{15} neq/cm².

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO

3.1. Arquitectura del sistema y operatividad

Los módulos deben ser totalmente compatibles con el ecosistema CERN Versatile Link+ (VL+).

- **Función en el ecosistema:** estos módulos de "Back-End" (BE) deben comunicarse sin interrupciones con los módulos "Front-End" (FE) VTRx+ ubicados dentro del detector.
- **Protocolo:** optimizado para señalización NRZ de 10,24/25 Gbps, compatible con el entramado (framing) y codificación IpGBT (*Low Power GigaBit Transceiver*).
- **Presupuesto de enlace:** debe mantener un presupuesto de enlace en el peor de los casos al final de su vida útil (EOL) de > 7,3 dB (Uplink) y > 11,5 dB (Downlink) para compensar la atenuación de la fibra y las pérdidas inducidas por la radiación.

3.2. Descripción funcional del motor óptico

Las unidades son módulos Motores Ópticos de Placa Intermedia que utilizan una arquitectura "flyover" para evitar las pérdidas de las trazas de la PCB.

- **Transmisor (TX):** convierte 12 señales diferenciales eléctricas en 12 canales ópticos a 850 nm. Utiliza una matriz de 12 canales VCSEL controlada por un ASIC controlador de láser especializado.
- **Receptor (RX):** convierte 12 canales ópticos entrantes en 12 señales diferenciales eléctricas. Utiliza una matriz de fotodiodos PIN de 12 canales y un ASIC amplificador de transimpedancia (TIA).
- **Transceptor (TX+RX):** el módulo de 25 Gbps convierte 4 señales eléctricas diferenciales en 4 canales ópticos a 850 nm. Utiliza una matriz VCSEL de 4 canales controlada por un ASIC controlador láser especializado. Al mismo tiempo, el módulo de 25 Gbps convierte 4 canales ópticos entrantes en 4 señales eléctricas diferenciales. Utiliza una matriz de fotodiodos PIN de 4 canales y un ASIC amplificador de transimpedancia.

- **Mecánica:** cada módulo debe incluir un ensamblaje de pigtail de fibra integrado y un disipador de calor tipo "pin-fin" para refrigeración por aire forzado.

3.3. Origen de los Componentes Optoelectrónicos Críticos

Para garantizar la compatibilidad y la tolerancia a la radiación en todo el sistema, los componentes activos internos están estandarizados. El adjudicatario es responsable del ensamblaje de precisión (Chip-on-Board) de los siguientes componentes:

1. **ASICs calificados por CERN:** los módulos deben integrar los ASICs diseñados por CERN IpGLD (Controlador de Láser) y IpGBTIA (Amplificador de Transimpedancia).
2. **Matrices VCSEL/PIN calificadas:** el licitador debe utilizar matrices de VCSEL y fotodiodos PIN de 12 canales que hayan sido oficialmente calificados por el proyecto CERN VL+ para entornos de radiación de "Grado Extendido".

3.4. Especificaciones de rendimiento (Grado estándar y extendido)

- **Grado estándar (475 unidades):** calificados para el entorno del "Back-End" (caverna de servicios) a 25 Gbps con baja exposición a la radiación.
- **Grado extendido (475 unidades):** diseñados a 10 Gbps con una mayor tolerancia:
 - Dosis Ionizante Total (TID): 1 MGy.
 - Fluencia de Neutrones (1 MeV eq): 1×10^{15} n/cm².

3.5. Interfaz eléctrica y mecánica

- **Conectividad:** sistema de conectores de dos piezas enchufables.
- **Gestión Térmica:** disipador de calor integrado compatible con los requisitos de flujo de aire de los racks ATCA.
- **Monitoreo:** interfaz I2C para Monitoreo de Diagnóstico Digital (DDM) en tiempo real (potencia óptica, temperatura, voltajes).

3.6. Especificaciones ópticas generales

- **Medio:** fibra multimodo de 850 nm (OM3 u OM4).
- **Tasa de datos:** de 2,56 Gbps a 10,24/25 Gbps por canal.
- **Interfaz óptica:** pigtail de fibra que termina en un conector compatible con MPO/MTP.

3.7. Control y monitoreo

- **Interfaz de gestión:** interfaz serie de dos hilos compatible con I2C.
- **Funciones de monitoreo:** potencia óptica por canal (Tx/Rx), temperatura del módulo y voltaje de alimentación.

3.8. Contexto del sistema y operatividad

3.8.1 Arquitectura del sistema

Los módulos deben ser totalmente compatibles con el ecosistema CERN Versatile Link+ (VL+). Estos módulos BE deben comunicarse sin interrupciones con los módulos FE VTRx+ y ser compatibles con el entramado IpGBT usado en las actualizaciones del HL-LHC.

3.8.2 Requisitos del Presupuesto de enlace óptico

Los licitadores deben demostrar que sus módulos soportan el siguiente presupuesto de enlace para el peor de los casos al final de su vida útil (EOL):

Parámetro	Uplink (FE → BE)	Downlink (BE → FE)
Tasa de Datos	Hasta 10,24/25 Gbps	2,56/25 Gbps
Canales	12/4 (25 Gbps)	12/4 (25 Gbps)
Presupuesto Mín.	> 7,3 dB	> 11,5 dB
Atenuación Máx. Fibra	2,3 dB (~150m OM3)	0,5 dB
Pérdida de Inserción Máx.	1,75 dB (paneles de parcheo)	1,75 dB

3.9. Longitudes de cable

El proveedor suministrará ensamblajes de pigtail óptico en longitudes personalizadas según especifique el usuario final (en un rango de 10 cm a 100 cm) sin exceder el precio base unitario.

4. GARANTÍA DE CALIDAD Y ENTREGA

- **Pruebas de Producción:** cada unidad debe someterse al 100% a pruebas de fábrica de OMA, relación de extinción y sensibilidad a 10,24 Gbps o a 25 Gbps.
- **Trazabilidad:** cada módulo debe tener un número de serie único y una identificación digital vía I2C.
- **Documentación:** se deben proporcionar informes de prueba detallados por cada lote.

El periodo de garantía es de un (1) año

5. NORMAS, REGLAS Y ESTÁNDARES APLICABLES

El suministro deberá cumplir con la legislación vigente.

5.1 Normas aplicables

El suministro deberá cumplir con todas las normas profesionales pertinentes.

6. PLAZO DE ENTREGA

El Contratista entregará el suministro en un máximo de tres (3) meses a partir de fecha de formalización del contrato.

7. FORMAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE LAS CONDICIONES

El órgano de contratación designará un responsable del contrato que asumirá el control y la coordinación de la ejecución contractual con el contratista a fin de tratar directamente las cuestiones relacionadas con el desarrollo normal de las tareas indicadas en este PPT.

El Contratista tiene que designar una persona responsable a quién encargar la gestión de la ejecución del contrato y que tendrá que 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. También designará una persona responsable del seguimiento comercial, durante toda la vigencia del contrato.

8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A APORTAR POR LAS EMPRESAS LICITADORAS

Las especificaciones técnicas propuestas por la empresa licitadora en su oferta acontecerán condiciones de obligado cumplimiento a lo largo de la ejecución del contrato si esta acontece la adjudicataria.

Bellaterra, 24 de marzo de 2.026

Eugenio Coccia
Director