

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DE LA MECANIZACIÓN DE TUBOS DE BERILIO METÁLICO PURO PARA FABRICACIÓN DE CÁMARAS DE ULTRA ALTO VACIO (12 UNIDADES). EXPEDIENTE: IFAE-2026/06

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.

El CERN ha solicitado del IFAE como aportación al proyecto ATLAS la adjudicación de un contrato cuyo objeto sea el mecanizado de segmentos de berilio para la cámara de berilio de ultra alto vacío de ATLAS. Los tubos serán aportados por el CERN.

2. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto de esta licitación es el mecanizado de 12 tubos (segmentos) de berilio para la cámara de berilio de ultra alto vacío de ATLAS, según las descripciones y características técnicas que figuran en los apartados posteriores de este documento.

3. ALCANCE DEL SUMINISTRO

3.1 Descripción general

El adjudicatario, (el "Contratista") deberá proporcionar el suministro tal y como se define en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT), incluidos sus anexos (4 planos).

3.2 Entregables incluidos en el suministro

El suministro incluirá:

- Entregables técnicos según se especifica en el punto 4
 - 1 prototipo de segmento de berilio
 - 1 segmento de berilio ATLAS tipo IP
 - 8 segmentos de berilio tipo ATLAS 1
 - 2 segmentos de berilio tipo ATLAS 2
- Actividades:
 - Creación del prototipo
 - Mecanizado de los segmentos de berilio
 - Limpieza de los segmentos de berilio
 - Inspección y pruebas
 - Embalaje y envío
- Documentación
 - Plan de fabricación e inspección
 - Informes de inspección metrológica
 - Certificado de seguridad para el transporte

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El suministro incluirá los entregables técnicos especificados en este apartado.

4.1 Entregables técnicos

El suministro incluirá:

- 1 prototipo de segmento de berilio ATLAS tipo 1 según el plano LHCVC1I_0055
- 1 segmento de berilio ATLAS tipo IP según el plano LHCVC1I_0053
- 8 segmentos de berilio ATLAS tipo 1 según el plano LHCVC1I_0055
- 2 segmentos de berilio tipo ATLAS 2 según el plano LHCVC1I_0057

El plan de fabricación e inspección (MIP) con los puntos de retención y los pasos de aceptación adecuados para la producción de los segmentos de berilio se enviará al CERN antes del inicio de la producción.

4.2 Requisitos específicos

4.2.1 Materia prima

El CERN proporcionará la materia prima con sus certificados de material y NDT para todos los componentes antes de la producción.

La materia prima serán tubos según el plano 5131.000772-01.

En total, el CERN proporcionará 13 tubos, 11 correspondientes al material que se utilizará para la producción, 1 para el prototipo y 1 como repuesto en caso de no conformidades irreparables durante la producción.

El material no utilizado y las pruebas de producción se devolverán al CERN.

4.2.2 Limpieza

El contratista deberá proporcionar, para su aprobación, la ficha técnica de cualquier cera lubricante o cualquier otro material que pueda utilizarse durante la producción de los segmentos de berilio.

Se prohibirán las siguientes familias de productos:

- Productos a base de halógenos (por ejemplo, grasas, lubricantes: incluso en pequeñas cantidades (decenas de ppm);
- Grasas o lubricantes de silicona, incluso para pruebas de estanqueidad;
- Lubricantes sólidos como grafito, MoS y PTFE.

El contratista deberá entregar los segmentos de berilio libres de partículas de berilio.

4.3 Dimensiones y tolerancias

El contratista fabricará los segmentos de berilio de acuerdo con las dimensiones y tolerancias definidas en los planos del anexo adjunto a este PPT.

Se aceptarán pequeñas desviaciones en el prototipo.

5. ESPECIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El suministro incluirá las actividades indicadas en este punto, las cuales deberán cumplir los requisitos especificados a continuación.

5.1 Actividades de prototipado

El contratista fabricará un prototipo del segmento tipo 1 de acuerdo con los requisitos especificados en el apartado 4, el cual se someterá a ensayo de conformidad con el apartado 5. La fabricación de los segmentos restantes estará sujeta a la aceptación previa por escrito del prototipo (véase el punto 8.3).

5.2 Actividades de fabricación

El contratista fabricará los segmentos de berilio de acuerdo con los requisitos especificados en el punto 4. Se someterán a ensayo de conformidad con el punto 5.3.

5.3 Pruebas de aceptación en fábrica (FAT)

El contratista realizará las pruebas de aceptación en fábrica (FAT) tal y como se especifica a continuación:

- Prueba de estanqueidad (véase el punto 5.3.1):
- Inspección metrológica (véase el punto 5.3.2).

El CERN, o un representante de su elección, podrá asistir a cualquier prueba. El contratista deberá notificar al CERN por escrito, al menos diez días hábiles antes de la fecha propuesta para dichas pruebas.

5.3.1 Prueba de estanqueidad

Todos los segmentos tubulares producidos deben superar la prueba de estanqueidad al vacío de la siguiente manera.

Estanqueidad según las normas UHV, probada con una presión externa global de 101,3 kPa de helio. La estanqueidad se definirá como una tasa de fuga total medida en un detector de fugas de helio calibrado que no supere los 10^{-10} mbar·l·s⁻¹. Los requisitos de tasa de fuga se verificarán a temperatura ambiente antes y después de las pruebas mecánicas con una presión externa de helio de un bar durante 10 minutos. Las pruebas se realizarán con un detector de fugas de helio con una sensibilidad superior a $1 \cdot 10^{-11}$ Pa m³ s⁻¹ calibrado inmediatamente antes de la operación. La señal del detector de fugas se registrará de forma continua durante toda la duración de la prueba de estanqueidad y se incluirá en el expediente de fabricación.

El CERN proporcionará las herramientas para realizar la prueba de estanqueidad (excepto el detector de fugas), el procedimiento y la formación del personal.

En caso de que haya dificultades para realizar la prueba de estanqueidad en las instalaciones del proveedor, se realizará en el CERN.

5.3.2 Inspección metrológica

El contratista realizará una inspección metrológica de cada segmento.

El contratista recopilará los resultados en un informe de inspección metrológica que se presentará al CERN para su aprobación por escrito antes del envío del suministro. El contratista proporcionará en el informe de inspección metrológica, el software de visualización y los datos recopilados.

Este visor permitirá:

- La evaluación de la desviación mínima y máxima de las superficies escaneadas con respecto a las superficies teóricas.
- La visualización de un mapa de colores graduado de la desviación de las superficies escaneadas.

5.4 Embalaje y envío

El contratista será responsable del embalaje y transporte seguros al CERN. En este caso, el contratista contratará un seguro de transporte a todo riesgo específico para el suministro en cuestión, de conformidad con las disposiciones de las condiciones DAP Incoterms 2020, CERN Meyrin (CH) o Prévessin (FR).

Cada producto se embalará individualmente en una bolsa de polímero. Se utilizará una bolsa de polímero adicional para evitar el contacto directo con el berilio al abrirla en el momento de la entrega. Las bolsas se colocarán en cajas (adaptadas al peso y tamaño del componente), compactadas con algodón u otro material blando.

La bolsa deberá llevar el etiquetado correcto visible al abrir la caja.

A continuación, se indican las indicaciones de peligro aplicables al berilio y los compuestos de berilio, así como el etiquetado correspondiente



Según la clasificación y el etiquetado armonizados (CLP00) aprobados por la Unión Europea, el polvo de berilio es mortal si se inhala, es tóxico si se ingiere, puede provocar cáncer por inhalación, causa daños en los órganos por exposición prolongada o repetida, causa irritación ocular grave, causa irritación cutánea, puede provocar una reacción alérgica en la piel y puede causar irritación respiratoria.

En todos los casos, el Contratista deberá cumplir las instrucciones de embalaje y envío disponibles en:

<https://procurement.web.cern.ch/system/files/document/packing-and-shipping>

[instructions_0.pdf](#) y, en particular, asegurarse de que el suministro se embale de manera que se garantice la ausencia de cualquier contaminación y que no se produzcan daños ni posibles deterioros en el rendimiento debido a las condiciones de transporte.

Además, el Contratista deberá cumplir con las normas aplicables en materia de embalaje.

6. ESPECIFICACIONES DE LA DOCUMENTACIÓN

El suministro incluirá la siguiente documentación.

- Plan de fabricación e inspección,
- Informe de pruebas de estanqueidad,
- Informe de inspección metrológica,
- Certificado de seguridad para el transporte.

7. NORMAS, REGLAS Y ESTÁNDARES APLICABLES

El suministro deberá cumplir con la legislación vigente. A los efectos del contrato, la legislación incluirá todas las normas, estándares y reglas profesionales y técnicas pertinentes, y en particular:

7.1 Normas aplicables

El suministro deberá cumplir con todas las normas profesionales pertinentes.

8. EJECUCIÓN DEL CONTRATO

8.1 Calendario

El Contratista entregará el Suministro de acuerdo con el siguiente calendario:

Tabla 1: Calendario		
	Hitos	Semanas
<i>T0</i>	Notificación del contrato	
	Plan de fabricación e inspección	<i>T0</i> + 4
<i>T1</i>	Entrega de la materia prima	
<i>T2</i>	Entrega del prototipo	<i>T1</i> + 5
<i>T3</i>	Entrega de los 11 tubos (segmentos) de berilio y la documentación correspondiente (véase el apartado 6). Los segmentos se enviarán al CERN tan pronto como concluya su FAT.	<i>T2</i> + 18
	Aceptación por parte del CERN del suministro (véase apartado 8.3)	<i>T2</i> + 3 <i>T3</i> + 4 (respectivamente)

8.2 Aceptación del suministro por parte de IFAE

8.2.1 Aceptación de la documentación

El Contratista presentará al CERN, para su aceptación, la documentación especificada en el 6 y de acuerdo con el calendario definido en el 8.1.

El CERN verificará la conformidad de la documentación.

8.2.2 Aceptación del suministro

8.2.2.1 Aceptación del prototipo

El Contratista deberá presentar al CERN para su aceptación el prototipo tal y como se especifica en el 5.1 y de acuerdo con el calendario definido en el 8.1

Para el prototipo se podrán aceptar ciertas desviaciones:

- radio de los extremos de R0,05 máx. a R0,08
- no perpendicularidad de 0,02 A-B a D/C

El CERN verificará, en un plazo de tres (3) semanas, la conformidad del prototipo. La verificación incluye pruebas de estanqueidad tras el bake-out de los segmentos.

El inicio de la producción de los segmentos restantes estará sujeto a la aceptación técnica previa por escrito del prototipo por parte del CERN.

8.2.2.2 Aceptación de los segmentos restantes

Además, dicha aceptación del suministro estará sujeta a:

- Todos los resultados de las pruebas de conformidad u otros certificados solicitados por el CERN.
- La entrega de toda la documentación (véase el apartado 6) solicitada por el CERN.
- La conformidad del suministro con la presente especificación técnica y sus anexos.

Cada segmento se enviará al CERN tan pronto como se complete la FAT.

La producción se detendrá si los segmentos no son estancos después del bake-out.

Si dos segmentos no son geoméricamente conformes o no son estancos antes o después del bake-out, el IFAE podrá detener definitivamente la producción de forma unilateral.

9. 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. Ambas personas deberán poder comunicarse en inglés.

10. 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, 10 de febrero de 2.026

Eugenio Coccia
Director