

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**DE LOS COMPONENTES ÓPTICOS DE LA LÍNEA DE LUZ MISTRAL  
EN LA INSTALACIÓN DE LUZ SINCROTRÓN ALBA**

**Dossier n°: 058/07**

# Índice

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>ÁMBITO DEL CONTRATO.....</b>	<b>5</b>
2.1.	ELEMENTOS A ENTREGAR: COMPONENTES .....	5
2.2.	ELEMENTOS A ENTREGAR: DOCUMENTACIÓN.....	6
2.3.	INFORME DEL DISEÑO PRELIMINAR (PDR) .....	6
2.4.	INFORME DEL DISEÑO DETALLADO (DDR).....	7
2.5.	INFORME DE FABRICACIÓN.....	7
2.6.	LISTA DE TAREAS .....	8
<b>3.</b>	<b>ORGANIZACIÓN DEL CONTRATO .....</b>	<b>8</b>
3.1.	LOTES .....	8
3.2.	CALENDARIO PROPUESTO.....	9
<b>4.</b>	<b>CONCURSO.....</b>	<b>10</b>
4.1.	CONTACTO .....	10
4.2.	CRITERIO DE ADJUDICACIÓN .....	11
4.3.	DOCUMENTACIÓN REQUERIDA PARA EL CONCURSO .....	11
<b>5.</b>	<b>GESTIÓN DEL CONTRATO .....</b>	<b>12</b>
5.1.	RESPONSABLE DEL CONTRATO .....	12
5.2.	PRIMER INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO, REUNIÓN DE INICIO Y INFORMES DE PROGRESO .....	12
5.3.	REVISIONES DEL DISEÑO .....	13
5.4.	LISTA DE FASES DE ACEPTACIÓN .....	13
5.5.	FINALIZACIÓN DEL CONTRATO .....	13
5.6.	RESPONSABILIDAD DEL SUMINISTRADOR .....	14
5.7.	GESTIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD.....	14
5.7.1.	<i>Desviaciones de las especificaciones .....</i>	<i>14</i>
5.7.2.	<i>Gestión de las modificaciones .....</i>	<i>14</i>
5.7.3.	<i>Inspección de calidad .....</i>	<i>14</i>
5.7.4.	<i>Acceso al local del suministrador.....</i>	<i>15</i>
5.7.5.	<i>Garantía .....</i>	<i>15</i>
<b>6.</b>	<b>DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA DE LUZ.....</b>	<b>16</b>
6.1.	LISTA SUCINTA DE ELEMENTOS DE LA LÍNEA DE LUZ.....	17
6.2.	MATERIALES A SUMINISTRAR.....	19
6.3.	SUMINISTROS GENERALES Y TAREAS.....	19
6.4.	INTERFACES .....	20
<b>7.</b>	<b>CONDICIONES GENERALES .....</b>	<b>20</b>
7.1.	FLUIDOS.....	20
7.2.	CABLEADO DE CONTROL.....	21
7.3.	TEMPERATURA.....	21
7.4.	CABINAS Y SISTEMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA .....	21
7.5.	ESPACIO DISPONIBLE.....	22
7.6.	ALTURA DEL HAZ .....	22
7.7.	SUELO DE LA LÍNEA DE LUZ.....	24
7.8.	INSTALACIÓN Y ALINEAMIENTO .....	24
<b>8.</b>	<b>NECESIDADES GENERALES.....</b>	<b>25</b>
8.1.	VACÍO .....	25
8.2.	CONTROL .....	26

8.3.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	26
8.4.	ALINEAMIENTO Y MANEJO .....	26
8.5.	SEGURIDAD .....	26
8.6.	NECESIDADES PARTICULARES DE LOS LOTES .....	27
<b>9.</b>	<b>PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....</b>	<b>27</b>
9.1.	CONDICIONES GENERALES .....	27
9.2.	DEFINICIONES .....	28
9.2.1.	<i>Definiciones de movimiento.....</i>	28
9.2.1.1.	<i>Resolución.....</i>	28
9.2.1.2.	<i>Rango.....</i>	28
9.2.1.3.	<i>Repetibilidad.....</i>	28
9.2.1.4.	<i>Estabilidad.....</i>	28
9.2.2.	<i>Definiciones de óptica de espejos.....</i>	28
9.2.2.1.	<i>Error de superficie.....</i>	28
9.2.2.2.	<i>Error de pendiente y error de figura .....</i>	28
9.2.2.3.	<i>Rugosidad .....</i>	29
9.3.	INTERFACES .....	29
9.4.	PRUEBAS DE VACÍO .....	29
9.4.1.	<i>Pruebas de fuga.....</i>	29
9.4.2.	<i>Prueba de límite de vacío .....</i>	29
9.4.3.	<i>Análisis de gases residuales RGA.....</i>	29
9.4.4.	<i>Estabilidad mecánica .....</i>	29
9.5.	PRUEBAS DE MOVIMIENTO Y POSICIÓN .....	30
9.5.1.	<i>Resolución .....</i>	30
9.5.2.	<i>Rango.....</i>	30
9.5.3.	<i>Repetibilidad.....</i>	30
9.5.4.	<i>Histéresis .....</i>	30
9.5.5.	<i>Independencia (Crosstalk).....</i>	30
9.5.6.	<i>Estabilidad.....</i>	31
9.5.6.1.	<i>Estabilidad a corto plazo.....</i>	31
9.5.6.2.	<i>Estabilidad a largo plazo.....</i>	31
9.5.7.	<i>Vibración .....</i>	31
9.6.	PRUEBAS DE LA ÓPTICA DE LOS ESPEJOS .....	32
9.6.1.	<i>Pruebas de errores de pendiente .....</i>	32
9.6.2.	<i>Pruebas de rugosidad.....</i>	32
9.6.3.	<i>Pruebas de perfil del retículo de difracción.....</i>	32
9.7.	PRUEBAS DE ALINEAMIENTO .....	32
9.8.	PRUEBAS ESPECÍFICAS DE LOS LOTES .....	33
<b>10.</b>	<b>PREPARACIÓN PARA EL ENVÍO.....</b>	<b>33</b>
<b>11.</b>	<b>LISTA DE DOCUMENTOS ANEXOS.....</b>	<b>33</b>

## Documentos complementarios

- Anexos a las Especificaciones Técnicas de los componentes ópticos de la línea de luz MISTRAL en la instalación de luz sincrotrón ALBA.
- Diseño conceptual de la línea de luz MISTRAL de la fuente de luz de sincrotrón ALBA (EXD-BL09OP-GD-0001),
- Interfaz con el sistema de control de ALBA (CCD-BLCT-CC-0001),

- Especificaciones Técnicas de Entrega y Aceptación de las Instalaciones Eléctricas de las Líneas de Luz de ALBA (END-BLEL-CC-0001),
- Especificaciones Generales para el Sistema de Vacío de las Líneas de Luz de ALBA (END-BLVC-CC-0001),
- Especificaciones de Alineación y Manejo para los componentes de las Líneas de Luz de ALBA (END-BLAL-CC-0001).

## 1. Introducción

CELLS es un consorcio creado para construir y explotar la instalación sincrotrón ALBA para generar rayos X a usar en investigación básica y aplicada. La instalación, cercana a Barcelona, incluirá un anillo de almacenamiento de baja emitancia de 3 GeV, que podrá trabajar en modo *top-up*, y que suministrará haces intensos de fotones a las líneas de luz. En estas últimas, situadas tangencialmente al anillo, se localizan las diversas estaciones experimentales. Una de las líneas de luz, (MISTRAL) a implementar en la primera fase del proyecto, estará dedicada a microscopía de transmisión aplicada a muestras biológicas, principalmente, con rayos X de energías comprendidas entre 275 eV y 2600 eV. El objetivo es hacer tomografía de rayos X gracias al contraste de absorción o fase, dependiendo de la energía a la que se trabaje, con una resolución espacial de unos 30 nm. La información detallada del diseño conceptual de la línea se encuentra en el documento adjunto EXD-BL09OP-GD-0001.

El presente documento se organiza de la siguiente manera: el Capítulo 2 y las referencias que en él se incluyen describen el alcance del contrato y los componentes y documentación a suministrar. El Capítulo 3 describe la organización del contrato en lotes, así como el calendario propuesto. El Capítulo 4 especifica las condiciones del concurso y la documentación a presentar por la parte concursante. El Capítulo 5 describe la gestión del contrato y sus condiciones, incluyendo las revisiones, reuniones, responsabilidades, valoraciones de la calidad, garantías y acceso a las instalaciones de los suministradores. Los Capítulos 6 a 8 y sus referencias están dedicados a las especificaciones técnicas generales de la línea de luz. Los Capítulos 9 y 10 tratan sobre las pruebas de aceptación y los requisitos de entrega, respectivamente. Finalmente el Capítulo 11 detalla la lista de documentos adjuntos. Las especificaciones técnicas específicas para los lotes están dadas en los anexos de este documento: el anexo A para el lote I (estructura principal de la línea de luz), el anexo B para el lote II (cámara del monocromador), el anexo C para el lote III (retículos), y finalmente el anexo D para el lote IV (espejos).

## 2. Ámbito del contrato

El alcance del presente concurso comprende el diseño, fabricación, pruebas, entrega e instalación de todos los componentes ópticos de la línea de luz MISTRAL, excluyendo la conexión anillo-línea (*front end*), las cabinas de seguridad y las estaciones experimentales.

### 2.1. Elementos a entregar: componentes

Los componentes de la línea a entregar se describen en la sección 6.2 y las referencias incluidas de acuerdo con las especificaciones presentadas en el documento.

Los componentes de vacío estándar (válvulas de vacío, bombas, indicadores y controladores de presión, analizadores de gas residual) no se incluyen en el presente

contrato, y serán suministrados por CELLS. Sin embargo, puesto que los suministradores de los lotes I y II serán responsables del funcionamiento en vacío de los componentes de la línea de luz suministrados, la elección del tamaño de las bombas de vacío (bombas iónicas de tipo diodo, TSP, NEG) debe ser determinada por los suministradores.

Los controladores de los motores paso-a-paso y los otros componentes del sistema de control de la línea de luz no se incluyen en el presente contrato y serán suministrados por CELLS.

## **2.2. Elementos a entregar: documentación**

La documentación incluida en el contrato se agrupa en tres informes principales: el Informe del Diseño Preliminar, el Informe del Diseño Detallado y el Informe de Fabricación. El contenido de estos informes se describe más adelante. Adicionalmente, deberán entregarse el Informe del Proyecto Técnico Inicial y los Informes sobre el progreso, éstos últimos mensualmente (véase la sección 5.1.2).

La documentación se entregará en inglés, en papel (una copia) y CD-ROM

## **2.3. Informe del diseño preliminar (PDR)**

El Informe del Diseño Preliminar debe incluir la siguiente documentación:

- Lista detallada completa de los componentes de la línea a suministrar,
- Planos de la línea incluyendo todos los componentes e interfaces geométricas (considerando el diseño de las cabinas, de la conexión anillo-línea o *front end* y de las estaciones experimentales),
- Análisis funcional y arquitectónico de cada uno de los componentes y subcomponentes principales de la línea de luz con planos y esquemas generales (en razonable detalle),
- Calendario detallado,
- Justificación de las soluciones propuestas (informes de las pruebas sobre componentes existentes de diseño parecido o prototipos, cálculos, cálculos de vacío, etc.),
- Justificación de la seguridad y fiabilidad. Esto se realiza a través de informes de equipamientos ya diseñados, y a través de Análisis de los Efectos de Fallos y su Gravedad (FMECA) para los componentes de nuevo diseño,
- Procedimientos de alineamiento preliminar,
- Descripción detallada de las pruebas de aceptación de los fabricantes a realizar para satisfacer las pruebas de aceptación,
- Definición detallada de las interfaces (conectores eléctricos, líneas de suministro de medios, interfaces y señales al sistema de control de las líneas de luz de ALBA, etc.),

- Diagramas del cableado.

#### **2.4. Informe del Diseño Detallado (DDR)**

El Informe del Diseño Detallado incluye los siguientes documentos:

- Esquemas detallados de ensamblaje de todos los componentes y subcomponentes principales,
- Planos detallados de los elementos ópticos (incluyendo los sistemas de soporte y refrigeración de estos elementos),
- Descripción detallada del Programa de Garantía de Calidad en vigor en las instalaciones del suministrador,
- Calendario detallado para los diferentes componentes, incluyendo las fases de fabricación, instalación y prueba, con marcas regulares de los plazos para monitorizar el progreso,
- Descripción de los procedimientos de soldadura, limpieza, degasificación térmica y prueba de los diferentes materiales a usar en la fabricación (especialmente el acero inoxidable y el cobre),
- Descripción detallada del programa de pruebas de aceptación a realizar en fábrica (Factory Acceptance Tests, FATs),
- Descripción detallada del programa de pruebas de aceptación a realizar en las instalaciones de ALBA (Site Acceptance Tests, SATs),
- Descripción de los procedimientos de instalación final y posicionado de los componentes de la línea de luz y de sus elementos ópticos.

#### **2.5. Informe de fabricación**

El Informe de Fabricación debe incluir la documentación siguiente:

- Planos de la línea que se ajusten a los elementos fabricados,
- Planos generales de los componentes que se ajusten a los elementos fabricados,
- Definición de las interfaces ajustada a las construidas,
- Esquemas de manejo y transporte de los elementos,
- Informes de calidad (informes de pruebas y controles, certificados de conformidad, certificados de materiales sin tratar, derogaciones o modificaciones solicitadas y/o aceptadas por el cliente, etc.),
- Documentación sobre el alineamiento, incluyendo:
  - Informe del posicionado 3D de las caras funcionales respecto a las marcas de alineamiento para todos los elementos,
  - Fórmulas o tablas expresando la relación entre cualquier posición dentro del recorrido (6 parámetros) de las caras funcionales y el

número de pasos de motor o pulsos de encóder de cada eje del componente, desde el origen,

- Instrucciones de uso,
- Instrucciones de mantenimiento, incluyendo:
  - Pliego de operaciones para el mantenimiento elemental,
  - Calendario para las operaciones de mantenimiento,
  - Recambios recomendados.

## **2.6. Lista de tareas**

Las tareas incluidas en el alcance del contrato que deben ser completadas son:

- Diseño,
- Trazado de planos,
- Redacción del Informe del Diseño Preliminar,
- Dirección de las reuniones sobre Análisis de los Efectos de Fallos y su Gravedad (FMECA) (para los equipamientos de nuevo diseño únicamente),
- Redacción del Informe del Diseño Detallado,
- Suministro de materiales,
- Fabricación,
- Limpieza, ensamblaje, cableado,
- Inspección y prueba de las instalaciones de los suministradores,
- Redacción del Informe de Fabricación,
- Empaquetamiento y envío a las instalaciones de ALBA,
- Instalación y alineamiento en la fuente de luz ALBA,
- Puesta a punto inicial sin haz en la fuente de luz ALBA.

## **3. Organización del contrato**

### **3.1. Lotes**

El diseño y suministro de los componentes ópticos y equipamiento asociado de la línea se divide en cinco lotes diferentes que son independientes entre sí desde el punto de vista administrativo. La parte concursante podrá presentarse a uno sólo o varios de los lotes:

- Lote 1: estructura principal, diagnóstico de haz blanco, apertura vertical, rendijas de entrada y salida del monocromador, cámaras de vacío de los espejos M1, M2 y M4, además de los soportes,

- Lote 2: cámara del monocromador,
- Lote 3: retículos de difracción,
- Lote 4: espejos.

El concursante podrá presentar ofertas separadas para cualquiera de los lotes. Cada una de las ofertas debe ser autocontenida e incluir información sobre precios, calendario y todos los detalles requeridos. Véase el capítulo 6 y las referencias incluidas en él para una descripción detallada de los lotes. El cliente anima a los concursantes a presentar ofertas para varios lotes, incluyendo descuentos en caso de que dos o más lotes se concedan al mismo concursante.

Para el Lote IV, los concursantes podrán subcontratar el mecanismo de curvado de los espejos M1, M2 y M4, además del sistema de enfriamiento del primer espejo M1, si fuese necesario, y con la aprobación de CELLS.

El lote I es particularmente importante ya que, además de incluir la responsabilidad sobre los componentes a suministrar, tiene la responsabilidad de coordinar y dirigir las interfaces con los suministradores de los otros lotes. El concursante para el lote I tiene también la responsabilidad de la integración de los componentes de otros lotes y que proveer de planos técnicos de la línea al completo. Este lote se denomina lote de la Estructura Principal.

Se anima a todo concursante a sugerir diseños alternativos para los componentes de la línea dentro del lote en concreto, manteniendo el trazado global de la línea. Los diseños alternativos deben cumplir las especificaciones funcionales de la línea descritas en estas especificaciones técnicas. El concursante debe demostrar en la oferta que los diseños alternativos sugeridos cumplen dichas especificaciones funcionales.

### **3.2. *Calendario propuesto***

El calendario planeado para el proyecto se da en la Tabla 1. El calendario debería ser negociado y acordado con CELLS con tal de asegurar que encaja con el calendario de todo el proyecto.

Se estiman 12 meses entre la firma y el final del contrato (o contratos). Esto implica una colaboración fluida y continua con CELLS, que debe proveer de los detalles del diseño óptico, de la información sobre las interfaces con el sistema de control de las líneas de luz de ALBA y con los componentes proporcionados por el cliente y en particular de los referentes a las cabinas del sistema de seguridad personal.

Tras la fase de suministro, el período de ensamblaje se dividirá en dos etapas: una para el ensamblaje de la infraestructura (cabinas, cables, fluidos) y otra para el ensamblaje de los componentes ópticos y de vacío. La primera es responsabilidad de CELLS, mientras que la segunda es responsabilidad de los concursantes.

Las fases relevantes están descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1. Fases relevantes (en meses) para la línea de luz MISTRAL.**

T0	Firma del contrato
T0 + 0.5	Reunión inicial. Revisión del Informe del Proyecto Técnico Inicial
T0 + 2	Revisión y aceptación del Informe del Diseño Preliminar
T0 + 3	CELLS suministra el diseño de referencia de una cabina de seguridad personal al contratista principal
T0 + 4	Revisión y aceptación del Informe del Diseño Detallado
T0 + 9	Las infraestructuras de la línea (fluidos, líneas criogénicas, suministro eléctrico y cabinas) se instalan en el Hall de Experimentos de ALBA bajo responsabilidad de CELLS
T0 + 9	Aprobación de los tests de Aceptación en Fábrica, entrega en las instalaciones de ALBA y aceptación de la entrega
T0 + 10	Montaje de los componentes ópticos de la línea
T0 + 11	Final de la instalación y alineamiento. Pruebas de aceptación de la instalación y el alineamiento
T0 + 12	Final de la puesta a punto sin haz. Pruebas finales de aceptación de los equipos trabajando

## 4. Concurso

### 4.1. Contacto

Se anima a todos los contratistas interesados a contactar con CELLS y discutir los detalles de estas especificaciones técnicas para asegurar que la parte concursante entiende completamente los requisitos e implicaciones de las especificaciones previo a la preparación de una oferta. Las cuestiones de naturaleza técnica deben ser dirigidas a

Eva Pereiro López  
tel.: +34 93 5924376  
Email: [epereiro@cells.es](mailto:epereiro@cells.es)

Las cuestiones contractuales deben ser dirigidas a

Mariano Sazatornil, CELLS  
tel. 34-93-5924307,  
e-mail: [mariano.sazatornil@cells.es](mailto:mariano.sazatornil@cells.es)

#### **4.2. Criterio de adjudicación**

CELLS adjudicará las ofertas considerando los aspectos técnicos y los costes de la oferta formal. Véase el pliego de cláusulas administrativas para detalles adicionales.

#### **4.3. Documentación requerida para el concurso**

La parte concursante deberá proveer suficiente información con los documentos presentados al concurso como para permitir una elección informada del suministrador. Los documentos presentados en el concurso incluirán:

- 1) Descripción de las soluciones propuestas con detalles técnicos completos, incluyendo planos de los componentes y subcomponentes principales propuestos in razonable detalle. Fotografías solo no serán aceptadas,
- 2) Justificación de las soluciones propuestas (referencias, informes de los pruebas realizados en equipamientos idénticos o similares, cálculos, etc.),
- 3) Una Tabla de Conformidad resumiendo el rendimiento de cada uno de los componentes principales. La tabla debe tener la siguiente estructura:

Componente	Función	Características	Solución requerida	Solución propuesta	Referencia de los documentos justificativos	Conformidad (si/no)
------------	---------	-----------------	--------------------	--------------------	---	---------------------

- 4) Una confirmación de la aceptación, o lo contrario, de las cláusulas de las presentes especificaciones,
- 5) Detalles del esquema de Garantía de Calidad en el que opera el fabricante,
- 6) Para cada uno de los lotes, un desglose de los costes en las siguientes categorías:
  - Diseño,
  - Construcción y prueba de cada uno de los componentes individuales de la línea con el precio de cada componente, incluyendo las opciones señaladas específicas para los lotes,
  - Instalación, prueba final y puesta a punto inicial de los componentes de la línea sin haz,

- 7) Un borrador de calendario con las fases de diseño, pedido de materiales, fabricación, prueba, montaje, entrega y instalación de los componentes principales,
- 8) Un borrador de calendario para la instalación,
- 9) Detalles de los planes de entrega,
- 10) Lista de los elementos a subcontratar y nombre de los principales subcontratantes,
- 11) Lista del personal previsto dedicado al proyecto, descripción de sus campos de competencias y estructura de la gestión,
- 12) Lista de otros proyectos similares o comparables (en dimensiones y alcance) en otras instalaciones de sincrotrón de tercera generación. Son particularmente interesantes para CELLS los proyectos llevados a cabo en líneas de onduladores de rayos X,
- 13) Borrador del programa de pruebas de aceptación a realizar en fábrica (FAT) y en las instalaciones de ALBA (SAT), así como protocolos de pruebas de componentes parecidos previamente fabricados,
- 14) Lista del equipamiento propuesto para pruebas e inspecciones para usar en las pruebas de aceptación a realizar en fábrica (FAT) y en las instalaciones de ALBA (SAT).

Los documentos del concurso deberán estar claramente numerados, mostrando el número en su parte superior.

## **5. Gestión del contrato**

### **5.1. Responsable del contrato**

Al inicio del contrato el Proveedor debe designar a un “Responsable del contrato” que será responsable de informar y estar en contacto con CELLS.

### **5.2. Primer Informe técnico del Proyecto, reunión de inicio y Informes de Progreso**

En las dos semanas siguientes al inicio del contrato, el proveedor debe enviar el Primer Informe Técnico del Proyecto, que consiste en un programa detallado que cubra las fases de diseño, consecución, fabricación, pruebas y montaje con suficiente detalle para permitir el control regular del progreso.

El Primer Informe Técnico del Proyecto será presentado a la reunión de inicio, que tendrá lugar en medio mes desde el inicio del contrato. En esta reunión el programa detallado y las especificaciones técnicas serán repasados/as y se planificará el programa de reuniones de progreso entre el proveedor y CELLS.

A partir de entonces, y en todas partes del contrato, el Responsable del Contrato suministrará un informe escrito a CELLS cada mes con los detalles del progreso en el programa.

### **5.3. Revisiones del diseño**

Las Revisiones de Diseño tendrán lugar en CELLS. En estas reuniones CELLS verificará que todas las exigencias de diseño están satisfechas. Si éstas se satisfacen, CELLS permitirá al proveedor seguir adelante y que comience la siguiente fase. Los documentos examinados durante las reuniones deben ser transmitidos a CELLS al menos con 2 semanas de antelación antes de la reunión.

- Informe del Diseño Preliminar de cada lote: examen del informe,
- Informe del Diseño Detallado para cada lote: examen del informe.

### **5.4. Lista de fases de aceptación**

A no ser que CELLS autorice por escrito lo contrario, CELLS debe aprobar por escrito cada una de las siguientes fases antes del comienzo de las siguientes:

- Aprobación del Informe del Diseño Preliminar,
- Aprobación del Informe del Diseño Detallado,
- Conclusión con éxito de las pruebas de aceptación en fábrica (FAT),
- Aceptación de la entrega sin desperfectos de componentes al emplazamiento de ALBA,
- Finalización con éxito de la instalación, alineamiento, puesta a punto y de las pruebas de aceptación en el sitio de ALBA (SAT).

Ver la sección 3.2 para el calendario propuesto.

### **5.5. Finalización del contrato**

Para la finalización del contrato, se debe cumplir:

- Todos los componentes deben haber completado satisfactoriamente las Pruebas de Aceptación de Fábrica, incluyendo las pruebas mecánicas, ópticas y de vacío,
- Todos los componentes han sido entregados sin daños en el emplazamiento de ALBA,
- Todos los componentes hayan sido instalados en la zona Experimental y conectados a los servicios mecánicos, de fluidos y eléctricos,
- Todos los componentes instalados en la zona Experimental se encuentren bajo el vacío especificado y hayan mostrado el comportamiento especificado (puesta a punto sin haz de fotones),

- Toda la documentación (planos, manuales de utilización, cálculos, informes de control de calidad, informes de vacío, etc.) haya sido recibida.

## **5.6. Responsabilidad del suministrador**

El Suministrador será responsable del diseño final, los métodos de producción y el correcto funcionamiento de todos los dispositivos suministrados, independientemente de si han sido escogidos por el fabricante o sugeridos por CELLS.

La aprobación de CELLS del diseño de los componentes no exime al fabricante de su responsabilidad en esta cuestión.

## **5.7. Gestión del control de calidad**

Todo el proyecto será controlado, del diseño a la puesta a punto. Para cada fase del proceso el suministrador deberá probar que el resultado de la fase cumple con sus requisitos.

### **5.7.1. Desviaciones de las especificaciones**

Si después de que el encargo haya sido aprobado, el suministrador descubre que las especificaciones han sido mal entendidas, esto no será aceptado como excusa. El suministrador tendrá la obligación de proporcionar el equipamiento conforme a las especificaciones sin coste adicional.

Durante la construcción, todas las desviaciones de las especificaciones deberán ser enviadas a CELLS por escrito; CELLS dará su aprobación o negativa también por escrito.

### **5.7.2. Gestión de las modificaciones**

Para ser válidas, las modificaciones de las especificaciones serán formalizadas por escrito a petición de CELLS. Para cada modificación las consecuencias en el precio y tiempo de entrega deberán ser comunicadas por escrito al cliente y serán evaluadas por éste.

### **5.7.3. Inspección de calidad**

Si no se especifica lo contrario en el contrato o la orden de compra, el suministrador es responsable de realizar las inspecciones especificadas en este documento. Exceptuando que se especifique lo contrario, el vendedor utilizará sus propias instalaciones o cualquier laboratorio aceptable por CELLS.

CELLS se reserva el derecho de realizar cualquiera de las inspecciones enumeradas en las especificaciones cuando se consideren necesarias para garantizar que el producto cumpla con las especificaciones.

#### *5.7.4. Acceso al local del suministrador*

Se debe garantizar el acceso razonable del personal asignado de CELLS, o sus representantes a las instalaciones del fabricante, y sus sub-contratistas, con el propósito de realizar reuniones de progreso, realizar visitas de inspección, etc. con el principal contratista presente. Véase las cláusulas administrativas, párrafo 27.

#### *5.7.5. Garantía*

El suministrador debe garantizar el equipamiento entregado contra defectos debidos a componentes defectuosos o una fabricación defectuosa por un periodo de 24 meses después de la finalización con éxito de las pruebas de aceptación en las instalaciones de ALBA (SAT).

## 6. Descripción técnica de la línea de luz

La línea de luz se describe en el documento “Diseño conceptual de la línea de luz MISTRAL de la fuente de luz de sincrotrón ALBA” (EXD-BL09OP-GD-0001). El diseño mecánico resultante de estas especificaciones técnicas debe cumplir con el diseño óptico descrito en el documento mencionado anteriormente.

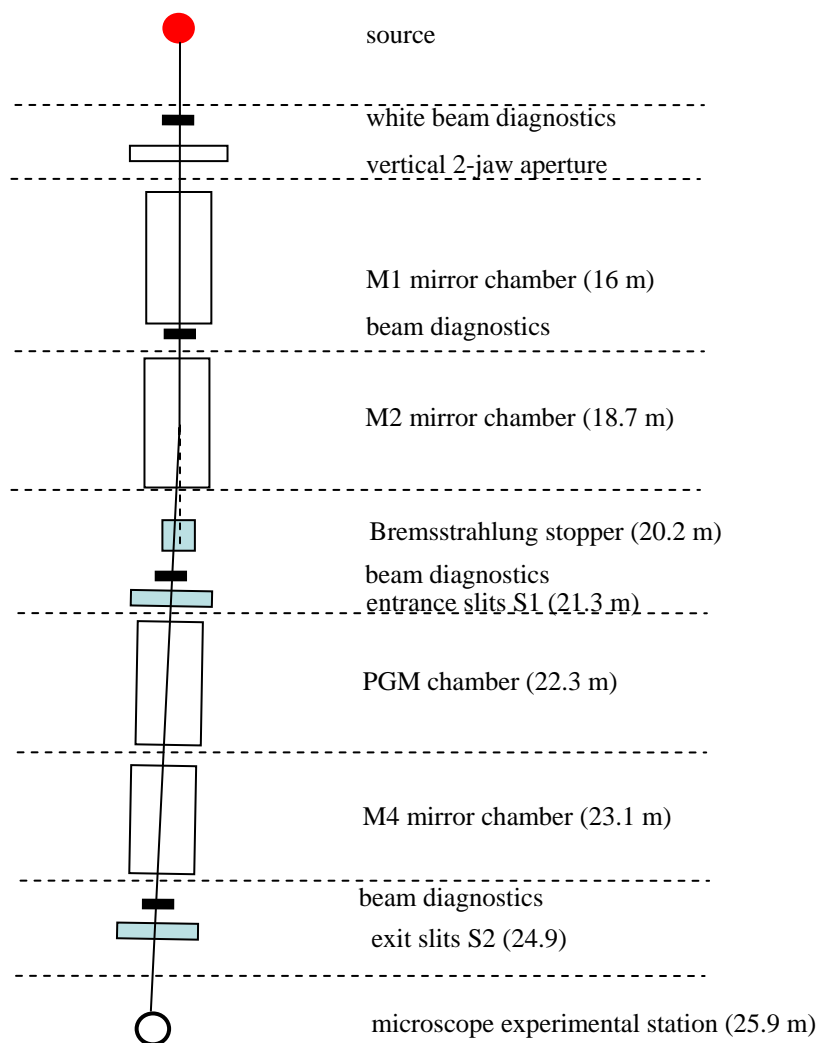
Diferentes aspectos, que determinan el comportamiento de la línea de luz MISTRAL, se consideran en estas especificaciones. Estos son:

- **Mecánicas de precisión:** todos los elementos mecánicos de los espejos y del monocromador, y los sistemas de rendijas deben tener una gran resolución, estabilidad y repetibilidad,
- **Ultra Alto Vacío (Ultra High Vacuum (UHV)):** el sistema de vacío debe proporcionar presiones base extremadamente bajas y una composición química del gas residual conforme a los requisitos dados en las especificaciones técnicas. Por eso, todos los materiales y componentes utilizados (incluso componentes ópticos) deberán cumplir con los requisitos especificados sobre la desorción térmica o inducida por el haz de fotones,
- **Sistema de refrigeración:** el sistema de refrigeración de los espejos y rendijas que soporten altas cargas de potencia térmica debe ser muy eficiente para minimizar la deformación de las superficies de estos elementos ópticos, así como las derivas de temperatura,
- **Geometría de los espejos:** se requiere un buen acabado de los espejos para garantizar el flujo y el tamaño del haz esperados en la muestra y la resolución en energía del monocromador.

Los elementos de la línea de luz están esquematizados en la **Error! Reference source not found.**/Tabla 2. La línea de luz se divide en cuatro secciones básicas:

- **Sección del primer recinto óptico (First Optical Enclosure (FOE)):** contiene los elementos incluidos en la cabina apantallada con plomo y no es accesible cuando hay haz (ver Tabla 2),
- **Sección del monocromador (Monochromator Section (MS)):** incluye las rendijas de entrada, la cámara del monocromador, el espejo M4, las rendijas de salida y los elementos de diagnóstico asociados (ver Tabla 2),
- **Sección experimental (Experimental Section (ES)):** contiene el microscopio de transmisión (ver Figure 1).

Los elementos de la línea de luz incluidos en estas secciones y la propuesta para los sectores de vacío se muestran en **Error! Reference source not found.1.**



**Figure 1: Esquema de los componentes de la línea de luz MISTRAL.**

### **6.1. Lista sucinta de elementos de la línea de luz**

En la Tabla 2 se da una lista sucinta de los componentes de la línea de luz. La lista incluye el nombre del componente, la correspondiente sección de la línea de luz y los lotes de los que participa. Por otra parte la Tabla 2 indica la distancia entre el centro de cada componente y la fuente (a lo largo de la dirección de propagación del haz), así como los ángulos de desviación horizontal y vertical posteriores a cada uno de los componentes (convenciones:  $0^\circ$  es la dirección del haz emitido por la fuente, los ángulos positivos indican una desviación a la derecha, mirando a lo largo de la dirección del haz, o una desviación hacia arriba).

**Tabla 2. Lista de los principales componentes de la línea de luz MISTRAL (las válvulas, conductos, fuelles así como las estaciones experimentales están excluidos de esta lista). Las secciones de la línea de luz y los lotes involucrados también se especifican. Los ángulos de desviación son los ángulos de salida del haz de cada elemento (los valores positivos indican desviaciones hacia arriba o a la derecha mirando a lo largo de la dirección del haz).**

<b>N.</b>	<b>Component</b>	<b>Section</b>	<b>Lot</b>	<b>Distance from source along beam direction (m)</b>	<b>Height above floor (mm)</b>	<b>Horiz. deviation angle (°)</b>	<b>Vert. deviation angle (°)</b>
1	White beam diagnostics	FOE	1	-	1400	0	0
2	2-blade vertical cooled aperture	FOE	1	15.0	1400	0	0
3	Elliptically bent mirror M1	FOE	4	16.0	1400	0	2.4
4	Beam diagnostic	FOE	CELLS				
5	Elliptically bent mirror (M2)	FOE	4	18.7	1513	2.4	0
6	Bremsstrahlung stopper	FOE	1	~20.2	1400	0	0
7	Beam diagnostics	FOE	CELLS	~20.9	1605	0	0
8	Entrance slits (S1)	MS	1	21.3	1622	0	0
9	PGM plane mirror (M3)	MS	4	21.9 - 22.2	1649	0	6.5 – 2.2
10	Grating(s)	MS	3	22.3	1664	0	(-6.5) – (-2.2)
11	Elliptically bent mirror (M4)	MS	4	23.1	1698	0	-2.4
12	Beam diagnostics	MS	CELLS	~24	1698	0	0
13	Exit slits (S2)	MS	1	24.9	1698	0	0
14	Microscope	ES	CELLS	25.9	1698	0	0

Los objetos sombreados están fuera del alcance de este concurso ya que serán suministrados como componentes estándar de ALBA.

En esta lista no han sido incluidos válvulas, conductos y fuelles, aunque los conductos de vacío y los fuelles están incluidos en el ámbito de este concurso.

## **6.2. Materiales a suministrar**

Todos los componentes de la línea de luz deben ser suministrados por los contratistas de los lotes I, II, III, y IV, con las siguientes excepciones:

- Los componentes estándar de vacío serán suministrados por CELLS y están fuera del ámbito de suministro de este concurso. Esto incumbe a bombas iónicas, válvulas, indicadores de presión, TSPs, NEGs y analizadores de gases residuales (controladores correspondientes incluidos),
- Los controladores de los motores y otros componentes del sistema de control de la línea de luz serán suministrados por CELLS y están fuera del ámbito de suministro de este concurso,
- La cámara del sistema de diagnóstico de haz blanco anterior a la cámara del espejo M1, así como la del sistema de diagnóstico anterior a las rendijas de entrada del monocromador, serán suministradas por CELLS y están fuera del ámbito de suministro de este concurso,

El resto de los componentes deberán ser incluidos en el ámbito de suministro y están detallados en los anexos de este documento, correspondientes a los diferentes lotes:

- Lote 1: los objetos involucrados en la estructura principal de la línea etc. están detallados en el Anexo A.
- Lote 2: los objetos involucrados en la cámara del monocromador están detallados en el Anexo B.
- Lote 3: los retículos de difracción están detallados en el Anexo C.
- Lote 4: los espejos están detallados en el Anexo D.

## **6.3. Suministros generales y tareas**

Adicionalmente a los suministros materiales, también se necesitan suministros generales como planos técnicos o de ingeniería, o informes de estudio de comportamiento. En las especificaciones técnicas de cada lote se detalla la información adicional.

En general, todos los suministradores son responsables frente a CELLS.

Es de importancia extrema notar que la coordinación y integración de los diferentes lotes de la línea de luz es responsabilidad del contratista del lote 1 (estructura principal).

El contratista principal (Lote I) se comunicará directamente con los demás contratistas, informando correspondiente a CELLS.

Los contratistas de los lotes II, III, y IV proporcionarán la información de las interfaces requeridas por el contratista principal (Lote I). Los deberes contractuales de estos lotes incluyen la obligación de comunicar y de cooperar con el contratista del lote I. Los mismos criterios se aplican al interfaz entre los contratistas del lote II (cámara del monocromador) y de los lotes III (retículos de difracción) y IV (para el espejo del monocromador).

#### **6.4. Interfaces**

Hay un número de interfaces entre los diferentes lotes y con el área experimental del laboratorio de luz sincrotrón ALBA.

La información sobre el interfaz entre la línea de luz y el laboratorio de luz sincrotrón ALBA se da en la siguiente sección 7. Los interfaces específicos para cada lote se dan en los documentos Anexos.

## **7. Condiciones generales**

### **7.1. Fluidos**

Los componentes de la línea de luz son suministrados de electricidad, agua de refrigeración, aire comprimido y nitrógeno seco por el sistema de suministro central. Para este propósito, CELLS cuidará de suministrar las salidas correspondientes a lo largo de la línea de luz de acuerdo con el PDR.

Los enganches comercialmente disponibles serán montados en los desagües. Empezando por los desagües centrales, los conductos hasta los componentes de las líneas de luz serán suministrados por CELLS.

Las conexiones a los componentes deberán ser acordadas con CELLS.

La parte flexible de las conexiones de los fluidos entre los componentes de la línea de luz y la instalación general están incluidas en el suministro.

Las conexiones eléctricas entre los componentes de la línea de luz y la instalación general están incluidas en el suministro.

Los siguientes medios están disponibles:

- Agua de refrigeración:  $23^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ , agua desionizada,  $0.2 \mu\text{S}/\text{cm}$
- Aire comprimido: 6 bar, 0.01 micras max. tamaño de partícula, punto condensación  $-40^{\circ}\text{C}$  a 6 bar
- Electricidad:

- 230 V AC, 50 Hz
- 3 fases 380 V AC, 50 Hz

En el documento “Especificaciones Técnicas de Entrega y Aceptación de las Instalaciones Eléctricas de las Líneas de Luz de ALBA” (END-BLEL-CC-0001) se da información adicional.

Las conexiones y empalmes, así como todas las partes expuestas al agua de refrigeración deben ser resistentes a corrosión por agua desionizada.

## **7.2. Cableado de Control**

CELLS suministrará el cableado desde los racks del sistema de control hasta cada componente de la línea de luz.

El interfaz entre la parte del sistema de control de la línea de luz suministrada por CELLS y el ámbito del contrato consiste en los conectores de los dispositivos del sistema de control (ej. motores paso-a-paso, encoders, interruptores de límite y referencia) en los componentes de la línea de luz.

Los interfaces con el sistema de control de ALBA deben cumplir con los requisitos dados en el documento adjunto “Interfaz con el sistema de control de ALBA” (CCD-BLCT-CC-0001). Cualquier excepción debe ser aprobada por escrito por parte de CELLS.

## **7.3. Temperatura**

Temperatura ambiente:

- $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  en la zona Experimental de ALBA
- $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  en las cabinas de las líneas de luz

## **7.4. Cabinas y sistema de protección radiológica**

Toda la línea de luz será instalada en una cabina con, por lo menos, un compartimiento separado para los primeros espejos (First Optic Enclosure (FOE)), que será apantallado para la protección de radiación.

Este contendrá todos los componentes de la línea de luz más allá del muro de protección de radiación, hasta los componentes de diagnóstico (artículo 7 Figura 1/Tabla 2), que será el primer componente exterior a este.

Debido al alto nivel de radiación dentro de la cabina de protección de radiación dentro del FOE se deben usar componentes (electrónica, motores, conductos, etc.) resistentes a la radiación. Esto es muy importante en la cabina de protección de radiación (ej. el montaje de los espejos M1 y M2).

La cabina de la línea de luz será suministrada por CELLS, de acuerdo con el PDR.

### **7.5. Espacio disponible**

De acuerdo con los planos actuales, la línea de luz MISTRAL está situada en el puerto BL09 del anillo de almacenaje de ALBA (ver Figura 2). El muro de protección de radiación del anillo de almacenaje de ALBA y las líneas de luz vecinas, definen el espacio disponible para la línea de luz MISTRAL. A parte del espacio necesario para la línea de luz, se debe prever suficiente espacio para la instalación y operación de los componentes de la línea de luz.

Antes de la aprobación de los diseños para la fabricación, se deben presentar a CELLS los planos de AutoCAD correspondientes (inca. una vista lateral y una desde arriba) para verificar la conformidad de los componentes con el espacio disponible.

### **7.6. Altura del Haz**

La altura nominal del haz de electrones en el anillo de almacenaje es de 1400 mm sobre el suelo.

Dado el diseño óptico propuesto en el Informe del Diseño Conceptual, la altura del haz con respecto al suelo de la conexión frontal anillo-línea de luz (*front end*) al espejo M1 es de 1400 mm. M1 desvía el haz hacia arriba ( $2.4^\circ$ ), y esta inclinación se conserva hasta que, después de dejar la cámara del monocromador, el haz llega al espejo M4 que vuelve a dirigir el haz paralelo al suelo. Para más detalles sobre la altura de los diversos elementos de la línea de luz con respecto al suelo y de los ángulos de desviación vertical véase la Tabla 2.



### 7.7. Suelo de la línea de luz

Las especificaciones del suelo de la línea de luz son los siguientes

- Carga permitida por superficie:
  - Estática: 1500 daN/m<sup>2</sup>,
  - Dinámica: 2000 daN,
  - Máxima en un punto: 5000 daN.

Vibraciones inducidas: ver excitación espectral en Figura

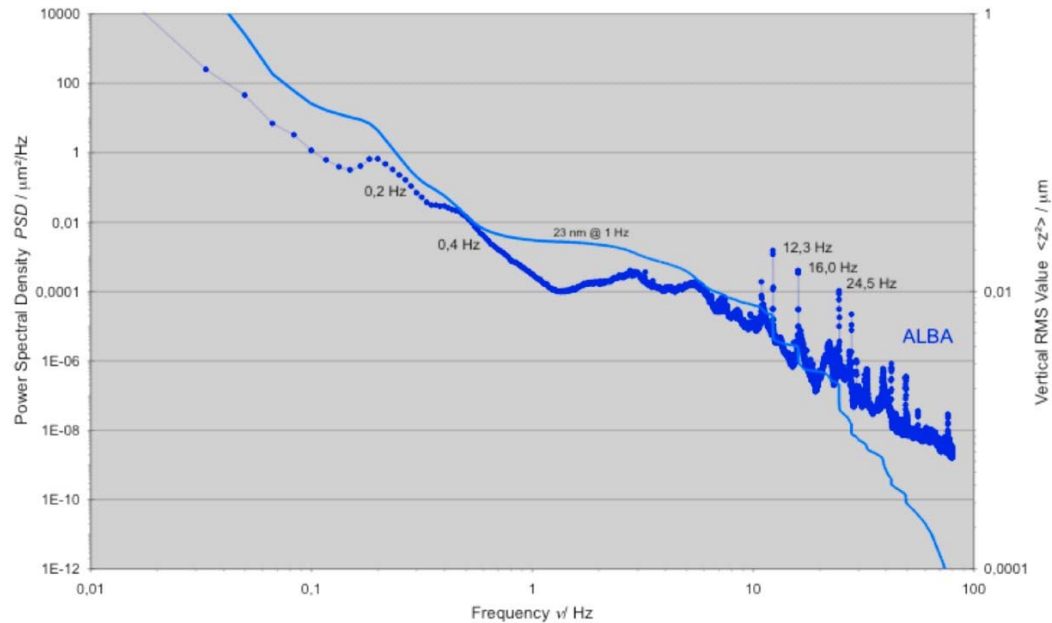


Figura 3. Excitación espectral de vibración del emplazamiento de ALBA.

- Planitud del suelo nominal:  $\pm 5$  mm/m,
- Máxima desviación en toda la zona Experimental: 15 mm.

### 7.8. Instalación y alineamiento

El contratista debe traer todas las herramientas necesarias para la instalación de la línea de luz. Esto no incluye la instrumentación de metrología.

CELLS suministrará suficiente espacio para el almacenaje, montaje, etc. de los componentes de la línea de luz dentro de la zona Experimental de ALBA. Una grúa (máximo 2 toneladas) que es operada por CELLS, está disponible dentro de la zona Experimental.

La inspección y alineamiento de los componentes de la línea de luz MISTRAL serán realizados por CELLS, en colaboración con los contratistas de los lotes I y II.

La instalación de los componentes ópticos incluidos en los lotes III (retículos de difracción) y IV (para el espejo monocromador) deberá realizarse en colaboración con el contratista del lote II.

CELLS puede suministrar el siguiente equipamiento para la alineación:

- Laser tracker,
- Teodolito,
- Nivel óptico,
- Máquina portátil de medición de coordenadas.

Cualquier otro equipo deberá ser proporcionado por el contratista.

## 8. Necesidades generales

### 8.1. Vacío

La información general de esta materia aplicable a la línea de luz MISTRAL se da en el documento adjunto “Especificaciones Generales para el Sistema de Vacío de las Líneas de Luz de ALBA” (END-BLVC-CC-0001). A continuación se da la información adicional.

Toda la línea de luz MISTRAL – desde la fuente a la CCD – será operada bajo condiciones de ultra alto vacío.

Todas las secciones de vacío de la línea de luz MISTRAL requieren horneado. Temperaturas de horneado aconsejadas:

- Cámaras de vacío que no contienen elementos ópticos: 180°C,
- Cámaras de vacío que contienen elementos de mecánica de precisión (por ejemplo las rendijas): 150°C,
- Cámaras de vacío que contienen elementos ópticos: 120°C.

La duración del horneado será de un mínimo de 48 horas. Las cámaras que contengan elementos ópticos serán horneados durante períodos más largos (ej. durante una semana). La rampa de temperatura en este caso será lenta (alrededor de 0.1°C/min).

La presión base para cada recipiente de vacío del sistema de vacío de la línea de luz debería ser igual o mejor que  $5 \times 10^{-10}$  mbar sin haz de fotones, después del horneado y su consiguiente enfriamiento.

Los contratistas de los lotes I y II deben asumir la responsabilidad de la presión base sin haz dentro del sistema de vacío de la línea de luz MISTRAL. Los tamaños apropiados (velocidad de bombeo) de las diferentes bombas de vacío a lo largo de la línea de luz (bombas iónicas, TSPs, NEGs) deben ser determinados por el correspondiente contratista.

## **8.2. Control**

La información general de esta materia aplicable a la línea de luz XMCD se da en el documento adjunto “Interfaz con el sistema de control de CELLS” (CCD-BLCT-CC-0001). A continuación se da la información adicional.

El sistema de control para la línea de luz MISTRAL será suministrado por CELLS. El sistema de control está basado en TANGO.

Todos los componentes deben tener un comportamiento seguro por sí solos (ej. los dispositivos de refrigeración deben tener controles de flujo, todos los movimientos deben tener interruptores de límite, etc.)

Todos los ejes deben tener interruptores de límite. También deben incluir un encoder de incremento con una marca de referencia, con resolución adecuada, en aquellos ejes críticos, que serán descritos por CELLS.

## **8.3. Instalación eléctrica**

La información general de esta materia aplicable a la línea de luz MISTRAL se da en el documento adjunto “Especificaciones Técnicas de Entrega y Aceptación de las Instalaciones Eléctricas de las Líneas de Luz de ALBA”(END-BLEL-CC-0001).

## **8.4. Alineamiento y manejo**

La información general de esta materia aplicable a la línea de luz MISTRAL se da en el documento adjunto “Especificaciones de Alineación y Manejo para los componentes de las Líneas de Luz de ALBA” (END-BLAL-CC-0001).

La instalación de los componentes de la línea MISTRAL forma parte del ámbito del suministro. El contratista debe traer todas las herramientas necesarias para la instalación de la línea de luz. La instrumentación de metrología detallada en la sección 7.8 puede ser provista por CELLS.

La estrategia de alineamiento de CELLS y sus necesidades técnicas que deben tenerse en cuenta para el diseño de los componentes de la línea de luz (ej. el tipo, número y localización de las marcas de referencia en las componentes de la línea de luz, las posiciones y ángulos a alinear,...) deben ser acordadas con CELLS durante el PDR y el DDR.

## **8.5. Seguridad**

CELLS proporcionará información sobre la política de seguridad para los componentes de línea de luz.

La mayor parte de los componentes de la línea de luz estarán fuera de la cabina de protección radiológica, y serán accesibles en tiempo de operación. Esto será posible sólo cuando las paredes de las cámaras de vacío representen blindaje suficiente para la radiación. Dichas cámaras de vacío estarán, por tanto, sujetas a las siguientes restricciones:

- Los fuelles pueden necesitar blindaje (típicamente los fuelles anteriores a la cámara del monocromador),
- Los viewports pueden necesitar vidrio dopado en plomo,
- Alojamiento para interruptores de vacío duplicados (DN40CF) pueden ser requeridos por las cámaras de vacío de la sección de haz blanco.

### **8.6. Necesidades particulares de los lotes**

Las necesidades específicas para los lotes I, II, III, y IV se incluyen en sus especificaciones técnicas.

## **9. Pruebas de aceptación**

Las fases de aceptación están detalladas en la sección 5.4. Información adicional es detallada a continuación.

Las pruebas de fábrica deben proveer una caracterización exhaustiva de los suministros materiales. Las pruebas de aceptación serán realizadas bajo la responsabilidad del contratista y deben respetar las siguientes condiciones:

- CELLS debería ser informado con tres semanas de antelación cuando las pruebas de aceptación deban ser realizadas, de modo que una o más personas de CELLS puedan estar presentes durante las pruebas,
- Se debe suministrar a CELLS un informe escrito de los resultados de las pruebas de aceptación para ser comparados con las especificaciones,
- El proveedor debe prever el seguro del equipamiento durante las pruebas,
- Las pruebas deben ser realizadas con el sistema de control (por ejemplo controladores de motor y encoders) del contratista. Una prueba de compatibilidad será realizada con los mismos componentes suministrados por CELLS. Estos serán enviados en préstamo a las instalaciones del proveedor.

### **9.1. Condiciones Generales**

Las pruebas de aceptación deben realizarse en condiciones de trabajo, en términos de conexiones de fluidos, dispositivos de refrigeración, control, etc., y vacío, siempre que sea posible.

Las pruebas deben ser realizadas con el sistema de control (por ejemplo controladores de motor y encoders) del contratista.

Para las pruebas de compatibilidad, CELLS suministrará un módulo de almacenamiento de dispositivos con controladores de motores paso-a-paso y contadores de lectura de encoders. Este módulo será capaz de controlar los motores con el número de pasos deseado y de adquirir los valores de los encoders.

Estas pruebas se realizarán con instrumentos de metrología **externos** al componente en prueba (por ejemplo interferómetro, autocolimador), y **no** con los encoders incorporados en los componentes mismos, y serán realizados directamente sobre la parte en cuestión.

## **9.2. Definiciones**

Las siguientes definiciones se aplican para las pruebas de aceptación.

### *9.2.1. Definiciones de movimiento*

#### *9.2.1.1. Resolución*

Es la cantidad mínima de movimiento que puede ser provocada por el actuador.

#### *9.2.1.2. Rango*

Es la cantidad máxima de movimiento que puede ser provocada por el actuador.

#### *9.2.1.3. Repetibilidad*

La máxima de las diferencias entre la posición media y las posiciones a las que el dispositivo llega después de realizar un movimiento cerrado, considerando la histéresis del sistema.

#### *9.2.1.4. Estabilidad*

La máxima desviación entre la posición media y las posiciones medidas a intervalos de tiempo dados sin movimiento.

### *9.2.2. Definiciones de óptica de espejos*

#### *9.2.2.1. Error de superficie*

El error de superficie es la desviación local de la superficie normal de su orientación nominal, la cual viene dada por cada punto de la superficie por la función geométrica que define la figura del espejo (por ejemplo toroidal, plano, esférico o elipsoide). Dependiendo de la frecuencia espacial de esta desviación, se habla de error de figura, de pendiente o de rugosidad.

#### *9.2.2.2. Error de pendiente y error de figura*

Error de pendiente es el error de superficie integrado desde frecuencias espaciales por debajo de  $1 \text{ mm}^{-1}$ , correspondiendo a distancias de correlación entre 1 mm y la longitud máxima del espejo. Está determinada por sus dos componentes, el error de pendiente meridional y el error de pendiente sagital, correspondiente a la proyección a lo largo del plano longitudinal al espejo y al plano transversal, respectivamente.

Para planos, esferas, cilindros y toros, usualmente se resta el radio de curvatura que mejor se ajusta. La diferencia entre estos radios y los radios nominales es el error de figura.

#### **9.2.2.3. Rugosidad**

El error de superficie integrado en frecuencias espaciales entre  $1 \text{ mm}^{-1}$  y  $1 \mu\text{m}^{-1}$ , correspondiendo a longitudes de correlación entre  $1 \mu\text{m}$  y  $1 \text{ mm}$ . Usualmente es dado en términos de diferencias de la forma de la forma nominal (de hecho la primera integral del error de pendiente, aunque la forma es medida directamente en las medidas de rugosidad).

### **9.3. Interfaces**

La conformidad de todas las interfaces será verificada de acuerdo con las especificaciones incluidas en el Informe de Diseño Preliminar. Las interfaces deben incluir, entre otras, los conectores de potencia y fluidos, los agujeros de montaje en el suelo, las bridas, etc.

### **9.4. Pruebas de vacío**

Las siguientes pruebas de vacío deben realizarse para caracterizar las propiedades de vacío de los componentes.

#### **9.4.1. Pruebas de fuga**

Esta prueba será realizada con una prueba de fugas de He (prueba de aspersion).

#### **9.4.2. Prueba de límite de vacío**

Esta prueba consiste en determinar la presión base límite alcanzada después del horneado (véanse temperaturas de horneado aconsejadas en la sección 8.1.) y enfriamiento posterior.

#### **9.4.3. Análisis de gases residuales RGA**

Las pruebas de RGA se realizarán antes de la prueba de límite de vacío así como después del horneado y enfriamiento posterior.

#### **9.4.4. Estabilidad mecánica**

Puesto que la alineación de los componentes ópticos será hecha en aire, será importante comprobar si los componentes ópticos se han desplazado, después del bombeo de la cámara, por las fuerzas que actúan sobre los elementos mecánicos. Así, durante la prueba del vacío, la posición de los componentes ópticos (por ejemplo los espejos) debe ser controlada a presión atmosférica y a una presión de  $10^{-3}$  mbar. Los procedimientos de prueba deben ser convenidos mutuamente entre el contratista y el cliente.

## **9.5. Pruebas de movimiento y posición**

Las especificaciones deberán ser satisfechas en operación a bucle abierto (open loop).

Se probarán las siguientes características de todos movimientos (lineales o de rotación) de cada componente:

### **9.5.1. Resolución**

La resolución del movimiento lineal será examinada trazando la evolución de la posición del elemento, moviendo paso a paso y usando un sensor externo de alta precisión, sobre todo el rango de movimiento lineal. El desplazamiento mínimo por paso del motor se tomará como el valor RMS de los desplazamientos individuales.

Un sensor de alta precisión (autocolimador, interferómetro etc.) debe ser utilizado para la prueba.

### **9.5.2. Rango**

Se realizarán pruebas de rango de movimiento a cada grado de libertad. El rango total de movimiento debe estar libre de obstrucciones por cables, conductos de refrigeración, o cualquier otro componente.

### **9.5.3. Repetibilidad**

La repetibilidad del movimiento lineal será examinada trazando la evolución de la posición del elemento en función de los pasos del motor para seis recorridos completos adelante y atrás a través del rango entero que empieza con la posición del interruptor de origen. La repetibilidad será comprobada sobre todo el rango en al menos 20 puntos uniformemente espaciados. Además, el cliente puede pedir probar la precisión en posiciones específicas dentro del rango de movimiento.

La repetibilidad se toma igual al valor RMS de la diferencia entre las posiciones medidas en la misma posición nominal del motor para las mismas direcciones del recorrido.

### **9.5.4. Histéresis**

La histéresis se define como la diferencia medida, con un sensor de alta precisión, entre las posiciones iniciales y finales, después de mover adelante, desde un punto en el rango de movimiento, por un número predefinido de pasos del motor, y en sentido contrario por el mismo número de pasos. Esta prueba será repetida cinco veces para cada dirección (10 medidas).

La histéresis se define como el valor RMS de estas diferencias.

### **9.5.5. Independencia (Crosstalk)**

Estas pruebas serán realizadas para comprobar la independencia del eje en referencia a los valores especificados.

Como ejemplo, la influencia de una translación en la rotación vertical será realizada con un inclinómetro de alta precisión o por métodos ópticos, midiendo la rotación inducida cuando se realiza un movimiento de translación.

La desviación estándar del movimiento inducido para diferentes movimientos será calculada.

#### 9.5.6. Estabilidad

Si no se define lo contrario en las especificaciones técnicas de un dispositivo en particular, la estabilidad se medirá como se describe a continuación.

##### 9.5.6.1. Estabilidad a corto plazo

Las pruebas de estabilidad a corto plazo se realizarán para comprobar la posición y orientación de los elementos ópticos sin movimiento durante dos horas, respecto a los valores especificados.

Estas pruebas serán realizadas con un sensor de alta precisión con referencia al suelo almacenando la evolución de las posiciones de los elementos cada 2 minutos. La estabilidad es la máxima desviación de estos valores.

La temperatura ambiente debe permanecer dentro de un rango  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  durante las medidas, y las conexiones de fluidos y los motores estarán en condiciones de funcionamiento.

##### 9.5.6.2. Estabilidad a largo plazo

Las pruebas de estabilidad a largo plazo se realizarán para comprobar la posición y orientación de los elementos ópticos sin movimiento durante 24 horas, respecto a los valores especificados.

Estas pruebas serán realizadas con un sensor de alta precisión con referencia al suelo almacenando la evolución de las posiciones de los elementos cada 10 minutos. La estabilidad es la máxima desviación de estos valores.

La temperatura debe permanecer dentro de un rango  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  durante las medidas.

#### 9.5.7. Vibración

Las pruebas de aceptación referentes a las vibraciones incluyen

- La diferencia entre las medidas de posición de los componentes ópticos antes y después de una excitación de choque,
- Espectro de la respuesta dinámica a una excitación,
- Se instalará un sensor de aceleración en el espejo o cristal pasivo y se almacenará la señal durante la excitación de choque.

## **9.6. Pruebas de la óptica de los espejos**

### **9.6.1. Pruebas de errores de pendiente**

Las pruebas de errores de pendiente se realizarán con un LTP, un interferómetro, o cualquier otro instrumento aprobado por CELLS.

El error de pendiente debería ser medido a lo largo de toda la superficie activa del espejo. Las formas meridional y sagital deben ser proporcionadas a CELLS.

Siempre que sea posible, durante las pruebas el espejo debería estar sujeto al mecanismo de sujeción del espejo respetando la orientación de trabajo

### **9.6.2. Pruebas de rugosidad**

Las pruebas de rugosidad deben ser realizadas con un microscopio de interferencia, un microscopio de fuerza atómica, o cualquier otro instrumento aprobado por CELLS.

La rugosidad debería ser medida en, por lo menos, 15 puntos aleatoriamente distribuidos de la superficie activa del espejo. El perfil de rugosidad obtenido debe ser suministrado a CELLS.

### **9.6.3. Pruebas de perfil del retículo de difracción**

La densidad de ranuras y su variación, la uniformidad, profundidad, relación profundidad/amplitud de las ranuras y el ángulo de *blaze* deben ser medidos con un microscopio interferométrico o un microscopio de fuerzas atómicas.

El perfil de las ranuras debe ser medido en, por lo menos, 20 puntos aleatoriamente distribuidos de la superficie activa del espejo. El perfil obtenido debe ser suministrado a CELLS.

## **9.7. Pruebas de alineamiento**

Para cada componente óptico (activo y pasivo), las pruebas consisten en:

- Comprobar el tipo de marcas de alineamiento y sus interfaces,
- Medir la relación entre las coordenadas 3D de la parte óptica y las coordenadas 3D de las marcas de alineamiento,
- Comprobar la habilidad de poner la parte óptica del componente en su posición teórica de acuerdo con el procedimiento:
  - Situar el láser tracker en la posición adecuada,
  - Situar todos los dispositivos (espejos pasivos, cristales pasivos, hojas de las rendijas, etc.) en posiciones aleatorias,
  - Medir la posición de las marcas fiduciales con el láser tracker,

- Aplicar el número de pulsos a los motores paso-a-paso (o encoders) dado en las tablas suministradas por el proveedor para alcanzar la posición deseada,
- Medir la nueva posición de las marcas fiduciales con el láser tracker, comparar los resultados con las posiciones deseadas,
- La exactitud deseada es menor que 0.1 mm. Las pruebas serán corroboradas por medidas en los dispositivos pasivos con el CMM portátil.

### **9.8. Pruebas específicas de los lotes**

Las pruebas de aceptación específicas para los lotes I, II, III y IV se incluyen en sus especificaciones técnicas.

## **10. Preparación para el envío**

Las piezas finalizadas deben limpiarse y deben estar libres de material orgánico, residuos del proceso de pulido o líquido de corte.

Cualquier equipamiento UHV debe ser empaquetado de tal forma que materiales del exterior (gases, partículas, etc.) no puedan entrar en las cámaras UHV. CELLS sugiere el envío de las cámaras UHV en recipientes estancos llenos de nitrógeno a una presión ligeramente superior a 1 atm. Otros métodos de envío están sujetos a la aprobación de CELLS.

El envío debe garantizar que cada rendija de salida no sufra golpes y sea tratada con delicadeza. Los embalajes deben indicar que su carga es frágil. El container de protección debe estar equipado con indicadores de choque en los sitios indicados del exterior.

## **11. Lista de documentos anexos**

Los siguientes documentos son parte de las presentes especificaciones:

- Annex A “Technical Specifications of Lot 1: Beamline Backbone”,
- Annex B “Technical Specifications of Lot 2: Monochromator Chamber and mechanics”,
- Annex C “Technical Specifications of Lot 3: Gratings”,
- Annex D “Technical Specifications of Lot 4: Mirrors”,
- Diseño conceptual de la línea de luz MISTRAL de la fuente de luz de sincrotrón ALBA (EXD-BL09OP-GD-0001),
- Interfaz con el sistema de control de ALBA (CCD-BLCT-CC-0001),

- Especificaciones Técnicas de Entrega y Aceptación de las Instalaciones Eléctricas de las Líneas de Luz de ALBA (END-BLEL-CC-0001),
- Especificaciones Generales para el Sistema de Vacío de las Líneas de Luz de ALBA (END-BLVC-CC-0001),
- Especificaciones de Alineación y Manejo para los componentes de las Líneas de Luz de ALBA (END-BLAL-CC-0001).