

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA
SUMINISTRO, ENTREGA E INSTALACIÓN DE UN
SISTEMA LASER PULSADO ULTRACORTO CON
TECNOLOGÍA CPA DE TITANIO-ZAFIRO Y CON
ESTABILIZACIÓN Y CONTROL CEP (CARRIER
ENVELOPE PHASE) PARA EL CENTRO DE LÁSERES
PULSADOS ULTRACORTOS ULTRAITENSOS (CLPU)**

Expediente 03/2011 SU

Redactado por: Iñigo J. Sola y Pedro García

Supervisado: Luis Roso

Aprobado: Comisión Ejecutiva del CLPU

1.- Información General

El CENTRO DE LÁSERES PULSADOS ULTRACORTOS ULTRAIINTENSOS (CLPU) es una nueva infraestructura científica creada bajo la forma de un Consorcio entre el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Junta de Castilla y León y la Universidad de Salamanca. Es parte de la implementación del mapa de infraestructuras científico técnicas singulares de España. El consorcio CLPU está ubicado en Salamanca y fue creado el 14 de diciembre del 2007. El CLPU es evolución de un grupo especializado en láseres de Teravatio de la Universidad de Salamanca.

Es bien sabido que equipamiento central del CLPU será un haz de potencia pico extrema (Petawatt) que operará a muy baja tasa de repetición (un disparo por segundo). Las aplicaciones de este tipo de haz son muy específicas y costosas. Sin embargo, hay una serie de aplicaciones científicas y tecnológicas de los láseres de pulsos ultracortos que el CLPU tiene el compromiso de cubrir y que requieren sistemas de pulsos ultracortos de mucha mayor tasa de repetición y mucha menor potencia pico. Estas aplicaciones se encuentran principalmente en el ámbito de la generación de armónicos, nuevas fuentes de rayos X blandos, pulsos de attosegundo, micro procesado de materiales de alta precisión, etc.

Se debe recordar aquí que los sistemas de alta intensidad del Petavatio implican sistemas entorno a los 30 femtosegundos. El bajar de los 10 femtosegundos requiere una tecnología específica muy costosa que, de momento se considera aparte del sistema principal. Con todo, es importante que el CLPU disponga ya de esa tecnología porque si la tecnología sub-10-fs se desarrolla como se prevé es muy posible que se llegue a considerar para el front-end del Petavatio en pocos años.

Con todo, independientemente de implicaciones ulteriores con el Petavatio, el sistema objeto del presente suministro, deberá ser adecuado para las siguientes aplicaciones inmediatas:

- Generación de pulsos attosegundo. El uso de pulsos menor que 7 femtosegundos permite obtener pulsos aislados, en lugar de los trenes de pulsos que se obtienen empleando pulsos de mayor duración.
- Control de pulsos de attosegundo mediante la estabilización de la fase relativa entre envolvente y portadora (CEP).
- Generación de pulsos de radiación coherente en el rango del ultravioleta lejano (VUV) y de rayos X blandos y de duración menor que un femtosegundo. Esta fuente de luz puede ser aplicada para efectuar experimentos de dinámica electrónica y molecular con muy alta resolución temporal. Esta fuente se corresponde a las indicaciones de la etapa de rayos X indicada en el Technical Design Report inicial del CLPU.

CIF Nº S-3700007B

- La estabilización de la CEP permite acceder al régimen de pocos ciclos ópticos, de gran interés en espectroscopia resuelta temporalmente, experimentos de análisis de dinámicas ultrarrápidas, etc.

2.- Objeto y Alcance del contrato:

Este pliego de prescripciones técnicas tiene por objeto determinar las especificaciones por las que se registrará el proceso de licitación para la contratación, suministro, entrega e instalación de un sistema láser pulsado ultracorto con tecnología CPA de Titanio: zafiro, y con estabilización y control de la fase relativa entre envolvente y portadora (CEP, *Carrier Envelope Phase*). El sistema deberá continuar con una etapa de postcompresión capaz de bajar hasta 7 femtosegundos.

El alcance del contrato comprende la propuesta técnica, la fabricación, las pruebas en origen, el envío, la instalación y las pruebas definitivas en destino.

El sistema deberá ser adecuado para instalarse en una mesa óptica. El suministro de dicha mesa queda fuera del presente contrato, pero las empresas licitadoras deberán aportar la información necesaria sobre las características de la mesa óptica requeridas para el correcto funcionamiento del equipo.

El sistema deberá venir acompañado de los sistemas de medición de pulsos de pocos ciclos necesarios para la etapa de postcompresión.

3.- Presentación de ofertas y documentación técnica a valorar:

Las empresas licitadoras deberán ofertar sistemas que cumplan las especificaciones técnicas mínimas que se establecen. Se valorarán las mejoras técnicas indicadas en el presente pliego.

El licitador se comprometerá a ofertar los sistemas con la última tecnología disponible en el momento, no pudiendo estar éstos discontinuados en el mercado o en situación de anuncio de discontinuidad en un futuro próximo.

Además, deberán presentar la siguiente documentación, que constituirá un compromiso formal en el caso de resultar adjudicataria:

- a) Declaración responsable de que la oferta cumple con las especificaciones técnicas descritas en la encuesta técnica, o en su defecto, aclaración de las razones por las que alguna de las especificaciones es sustituida por otra sin afectar al objeto del contrato o a las prestaciones buscadas.
- b) Declaración responsable del periodo de garantía del equipo. (apartado 6)

CIF N° S-3700007B

- c) Si procede, relación detallada de las necesidades técnicas previas a la instalación de los aparatos.
- d) Si procede, compromiso de las actualizaciones de software y hardware, y en general cualquier actualización de carácter tecnológica y facilidades para el acceso a las mismas.
- e) Protocolo para las pruebas de aceptación a efectuar en el aparato una vez instalado.
- f) Programa de formación gratuito de los usuarios conforme a lo expuesto en el apartado 9 de este pliego de prescripciones técnicas.
- g) Relación de otros proyectos ejecutados que guarden similitud con éste, indicando los centros donde se han instalado.
- h) Así mismo deberán presentar la documentación relativa a los apartados 7 (Asistencia Técnica) y 8 (Equipamiento y Repuestos).

Las empresas licitadoras proporcionarán igualmente, para facilitar una correcta evaluación, los catálogos, datos técnicos adicionales y todos aquellos documentos que estimen adecuados.

4.- Obligaciones del adjudicatario

Las empresas que resulten adjudicatarias estarán obligadas a:

1. Entregar e instalar los sistemas con todos los equipos adicionales, dispositivos, elementos de interconexión y accesorios necesarios para un total y correcto funcionamiento.
2. Si procede, llevar a cabo las pruebas de aceptación correspondientes, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.
3. Proceder a la formación de los profesionales designados por el Centro, de acuerdo con el plan formativo incluido en su oferta.
4. Entregar, junto con el aparato, la documentación técnica completa que incluya:
certificados de marcado CE; manuales de instrucciones, de operación y de mantenimiento; esquemas electrónicos y mecánicos y lista de despieces con indicación de vida útil aproximada de cada pieza.

5.- Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas mínimas que debe cumplir el equipamiento son:

- Láser Ti: Zafiro pulsado con tecnología CPA (*Chirped Pulse Amplification*).
- Deberá tener un oscilador y una sola etapa de amplificación.

CIF N° S-3700007B

- Cadencia de repetición a la salida del sistema: 1 kHz
- Longitud de onda central: 800 ± 10 nm
- Fase envolvente-portadora (CEP, *Carrier Envelope Phase*) estabilizada y controlada mediante la tecnología feed-forward.
- Anchura espectral: > 50 nm (anchura a media altura, FWHM)
- El sistema debe incluir una etapa de post-compresión de fibra hueca para la obtención de pulsos en el régimen de pocos ciclos ópticos (< 7 fs)
- Previamente a la entrada a la etapa de postcompresión, el sistema deberá cumplir:
 - o Duración de pulsos menor o igual que 25 femtosegundos (anchura a media altura, FWHM), sin postcompresión.
 - o Energía por disparo, tras compresión pero antes de postcompresión, igual o superior a 2 milijulios.
 - o Calidad del haz lo mejor posible y siempre en modo TEM₀₀ con parámetro M² menor que 1.6
 - o Estabilidad fase relativa CEP *single shot* igual o mejor que 200 mrad sobre 3 horas de funcionamiento *r.m.s.*
 - o Estabilidad de energía, mejor que 1.5 por ciento *r.m.s.*
 - o El contraste deberá ser mejor que 10⁴:1 en la región de >1 ns antes del pulso principal. El contraste deberá también ser mejor que 10⁸:1 en la región de 100 ps antes del pulso principal
 - o Estabilización activa del haz.
- A la salida del sistema de postcompresión, el pulso deberá cumplir:
 - o Energía final mayor que 0.6 milijulios
 - o Duración de pulsos deberá ser menor que 7 femtosegundos (anchura a media altura, FWHM)
- La instalación del equipo y formación de personal para su manejo deben estar incluidos en el precio.
- El sistema ofertado deberá venir acompañado de equipo de medición de los pulsos de pocos ciclos generados en la postcompresión, acorde a las prestaciones del sistema ofertado.

Se valorarán mejoras técnicas en los siguientes aspectos:

- Cadencia de repetición a la salida del sistema mayor que 1 kHz
- Mejoras en la estabilización activa del haz
- Menor duración de los pulsos sin comprimir, optimizando la tecnología de titanio: zafiro por debajo de los 25 femtosegundos (FWHM)
- Sistemas de control del pulso (*beam shaping*) en la cadena láser.

CIF Nº S-3700007B

- En la postcompresión se valorará que los pulsos postcomprimidos tengan una duración temporal menor que los 7 femtosegundos requeridos. Considerándose especialmente sistemas con postcompresión fiable hasta los 5 femtosegundos (FWHM) o inferior.
- En la postcompresión se valorará una mayor energía final. Considerándose siempre como figura de mérito la potencia pico (es decir, el cociente entre energía y duración) y la calidad del haz en cuanto a su posibilidad de focalización.
- Se valorarán mejoras en el contraste del pulso en la región de nanosegundo y en la región de picosegundo.
- Se valorará la existencia de salida auxiliar directamente del oscilador, a su cadencia de disparo (entorno a 75 MHz). No es necesario que esta salida este estabilizada CEP a frecuencia cero.
- Se valorará el suministro de equipamiento adicional relacionado con el sistema objeto de contratación.

6.-Plazo de garantía

El plazo de garantía del sistema, incluidos sus componentes y accesorios, será como mínimo de un año, contados a partir de la fecha en que, una vez completada la instalación, realizada la prueba de aceptación y suministrada la formación básica a los usuarios, tenga lugar la formalización de su recepción en el CLPU.

Las garantías incluirán mano de obra y desplazamiento, así como los gastos necesarios de transporte si hubiera que enviar el equipo o alguno de sus componentes fuera de las instalaciones.

7.-Asistencia Técnica

En las ofertas deberá incluirse un proyecto de las condiciones en que el ofertante se comprometería a llevar a cabo el mantenimiento del sistema, especificando el mismo, antes y a partir del momento de la finalización de la garantía ofertada, condiciones que serán valoradas conjuntamente con el resto de la oferta.

Si el mantenimiento debiera ser asumido por terceros, se incorporará a la oferta un compromiso formal de los mismos, con las especificaciones de las condiciones en que tal compromiso se produce.

Se deberá especificar, para las diferentes opciones de mantenimiento, el precio anual total expresado en porcentaje sobre el precio unitario del aparato a suministrar (IVA incluido).

Las opciones a considerar serán, como mínimo, las siguientes:

Tipo A: mantenimiento a todo riesgo, en la que estarán incluidos todos los gastos, sin ninguna restricción, que se deriven de la reparación del aparato averiado, incluyendo el mantenimiento preventivo, el correctivo, el técnico legal (si procede) y todos los materiales, repuestos y fungibles.

Tipo B: mantenimiento preventivo, limitado a las labores de mantenimiento preventivo y en las condiciones que el suministrador especifique.

Tipo C: Sin contrato de mantenimiento: El licitador deberá indicar los costes hora / técnico y los de desplazamiento (en ambos caso IVA incluido), que repercutirá al CLPU en el supuesto de que sea reclamado para reparar un aparato y no figure formalizado contrato de mantenimiento al efecto. Deberá igualmente indicar cuál es el plazo de respuesta efectivo en estos supuestos.

En cualquiera de los casos deberá especificarse los tiempos de respuesta para actuaciones de mantenimiento, tanto si requiere asistencia presencial o no.

8.- Equipamiento y repuestos

Se deberá definir el principal equipamiento del sistema, indicando si es propio o de terceros.

Las empresas licitantes indicarán el material fungible necesario y/o aconsejable para obtener del objeto de adquisición las máximas prestaciones. En este sentido, relacionarán dicho material de forma pormenorizada, indicando expresamente su denominación, referencia, proveedor/es, cometido específico, periodo aproximado de duración y su precio actual de venta impuestos incluidos.

Se deberá especificar claramente la procedencia de los materiales y la garantía de su disponibilidad a lo largo del tiempo.

9.- Programas Formativos para técnicos y usuarios

Se deberá incluir un programa formativo, sin coste adicional, para los primeros técnicos de los usuarios con detalle del alcance, contenido, documentación y duración. Se considerará aceptable formación en inglés. Dichos programas se podrán ejecutar en una única fase o en fases sucesivas, y principalmente durante y con posterioridad a la recepción del aparato.

Se deberá aportar información técnica, no trivial, sobre el sistema que ayude a la comprensión técnica de los componentes más críticos del sistema. Igualmente se considerará aceptable información técnica en inglés.

10.- Plazo de entrega

El plazo máximo para la entrega e instalación será de 6 meses a contar desde el día siguiente a la formalización del correspondiente contrato.

11.- Pruebas de aceptación

Durante el proceso de ejecución, el CLPU podrá solicitar cuantas comprobaciones técnicas estime necesarias, y una vez finalizado el proceso proceder a la prueba definitiva de aceptación en origen y destino.

12.- Presupuesto máximo

Importe máximo del sistema láser:

755.200.- euros (640.000.- euros + IVA 18 por ciento).

Este importe incluye todos los gastos de transporte, seguros y aduanas hasta su instalación definitiva.

13.- Lugar de entrega

El lugar exacto de la entrega e instalación será determinado por el CLPU, una vez se realicen y superen las pruebas o ensayos en origen.

14.- Información Técnica y contactos

Para cualquier aclaración de contenido técnico, pueden contactar con:

Luis Roso Franco
roso@usal.es

Salamanca, a 18 de julio del 2011

EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN EJECUTIVA



D. José Ignacio Doncel Morales
SUBDIRECTOR GENERAL DE PLANIFICACIÓN
DE INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN