



**CONTRATO DE SUMINISTRO DE EQUIPO DE
METROLOGÍA DIMENSIONAL FORMADO POR
BRAZO METROLÓGICO Y LASER TRACKER
PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DEL
CENTRO DE ESTUDIOS DE FÍSICA DEL
COSMOS DE ARAGÓN**

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	DOCUMENTOS APLICABLES.....	4
2.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
3.	PLANOS DE REFERENCIA	4
4.	ACRÓNIMOS	5
5.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	5
6.	INTRODUCCIÓN	6
7.	ALCANCE DEL CONTRATO	6
8.	REQUERIMIENTOS	8
8.1.	REQUERIMIENTOS FÍSICOS	8
8.1.1.	Requerimientos de entorno	8
8.1.2.	Tamaño (TBC).....	8
8.1.3.	Volumen de almacenaje (TBC).....	8
8.2.	REQUERIMIENTOS DE FIABILIDAD Y MANTENIMIENTO.....	8
8.2.1.	Vida útil	8
8.2.2.	Componentes del equipo.....	8
8.2.3.	Tareas de mantenimiento	8
8.2.4.	Disponibilidad repuestos.....	8
8.3.	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	9
8.3.1.	Laser Tracker	9
8.3.1.1.	Tipología.....	9
8.3.1.2.	Campo de medida	9
8.3.1.3.	Velocidad de muestreo	9
8.3.1.4.	Resolución	9
8.3.1.5.	Error Máximo Permitido (MPE).....	9
8.3.1.6.	Posicionamiento.....	10
8.3.1.7.	Corrección efectos meteorológicos.....	10
8.3.1.8.	Trípode para Cabezal Laser Tracker.....	10
8.3.1.9.	Reflectores	10
8.3.2.	Brazo metrológico.....	11
8.3.2.1.	Tipología.....	11
8.3.2.2.	Número de ejes	11
8.3.2.3.	Campo de medida	11
8.3.2.4.	Precisión	11
8.3.2.5.	Repetibilidad.....	11
8.3.2.6.	Sondas palpadoras	11
8.3.2.7.	Escáner 3D.....	11
8.3.3.	Integración brazo metrológico y laser tracker.....	12



8.3.4. Base magnética	12
8.3.5. Software y licencia.....	12
8.3.6. Ordenador portátil	12
8.3.7. Suministrador de energía ininterrumpida	12
8.3.8. Formación presencial del personal del CEFCA	12
8.3.9. Marcado CE	12
9. ENTREGABLES	13
9.1. EQUIPOS	13
9.1. DOCUMENTACIÓN	13
9.2. LISTA DE REPUESTOS	13
9.3. PLAN DE EMERGENCIA	13
10. SUMINISTRO Y ENVIO.....	13
11. PLAZO DE ENTREGA.....	13
12. CONTENIDO DE LA OFERTA TÉCNICA	13



1. DOCUMENTOS APLICABLES

	Título del Documento	Número de Documento

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Título del Documento	Número de Documento
Anexo I. Determinación de especificaciones metrológicas	
Anexo II. Instalaciones y condiciones en el OAJ.	

3. PLANOS DE REFERENCIA

	Título del Documento	Número de Documento



4. ACRÓNIMOS

CEFCA	Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón
JST/T250	Telescopio de 2.5m del OAJ
JAST/T80	Telescopio de 0.8m del OAJ
OAJ	Observatorio Astrofísico de Javalambre

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Contratista: empresa adjudicataria del presente contrato

TBC: “Debe ser Confirmado” por el CEFCA durante las negociaciones del contrato o en una fecha acordada durante la duración del contrato.

TBD: “Debe ser Definido” y acordado entre el CEFCA y el *Contratista* en el momento de la firma del contrato o en una fecha acordada durante la duración del contrato.

Laser Tracker: instrumento que mide con precisión objetos de gran tamaño mediante la determinación de las posiciones de los reflectores ópticos mantenidos contra esos objetos.

Brazo metrológico: instrumento de medición directa que utiliza un puntero o “palpador” físico con el que el operador puede ir tocando el objeto y obtener las coordenadas de dicho punto.

Resolución o división de escala (1): Mínima variación de la magnitud medida que da lugar a una variación perceptible de la indicación correspondiente

Campo de medida (1): Conjunto de los valores de magnitudes de una misma naturaleza que un instrumento o sistema de medida dado puede medir con una incertidumbre instrumental especificada, en unas condiciones determinadas.

Repetibilidad (1): Precisión de medida bajo un conjunto de condiciones de repetibilidad.

Error Máximo Permitido (MEP) (1): extremo del error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado.

Precisión (1): Proximidad entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas.

(1) Vocabulario Internacional de Metrología - Centro Español de Metrología



6. INTRODUCCIÓN

El Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ) es una nueva instalación astronómica instalada en la Sierra de Javalambre (Teruel, España) cuyo objetivo principal es el de llevar a cabo cartografiados astronómicos. La definición, construcción, operación y explotación científica del OAJ son responsabilidad del CEFCA.

El OAJ cuenta con dos telescopios de gran campo: el JST/T250, un telescopio de 2.55m de espejo primario con un campo de visión de 3° de diámetro, y el JAST/T80, un telescopio de 0.83m espejo primario con un campo de 2° de diámetro.

Existen numerosas tareas relacionadas directamente o indirectamente con el JAST/T80, el JST/T250 y sus instrumentos científicos, que requieren un control dimensional exhaustivo:

- Cumplir con las tolerancias mecánicas impuestas por el fabricante durante las tareas de alineamiento de los elementos ópticos de los telescopios JAST/T080 y JST/T250. Está previsto la realización de estas labores de alineamiento de manera puntual tras las tareas de aluminizado de los espejos, y de manera continuada para verificar la estabilidad del montaje.
- Poseer las herramientas metrológicas necesarias para la integración de los instrumentos científicos en los telescopios y la realización de las verificaciones dimensionales de los ensamblajes.
- Análisis dimensional y aceptación de los equipos, piezas, componentes o instrumentos adquiridos por el CEFCA a suministradores externos bajo unos determinados requisitos.
- Realización de tareas de análisis dimensional con el objeto de desarrollar el mantenimiento preventivo en distintos equipos e instalaciones del OAJ.
- Disponer los equipos necesarios para la implementar trabajos de ingeniería inversa que permitan analizar y mejorar componentes mecánicos.

El motivo de este contrato es el suministro de un equipo de metrología dimensional formado por un láser tracker y un brazo metrológico, así como de todas las instalaciones y herramientas necesarias para realizar las tareas de control dimensional descritas previamente.

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas, junto con los Anexos I y II, presentan una descripción detallada de los suministros objetos de este contrato, así como las interfaces con las instalaciones y herramientas ya existentes en el OAJ.

7. ALCANCE DEL CONTRATO

En este documento se presentan los requerimientos del equipo metrológico formador por el laser tracker y el brazo metrológico necesarios para realizar las tareas de control dimensional requeridas por los telescopios e instalaciones del OAJ.

El *Contratista* deberá suministrar tanto el laser tracker, con los reflectores y herramientas necesarias para la realización de mediciones ópticas, como el brazo metrológico con los palpadores y herramientas necesarias para la realización de mediciones por contacto.

El *Contratista* deberá proporcionar entrenamiento y preparación técnica completa sobre el buen uso, funcionamiento y mantenimiento del equipo metrológico a todo el personal técnico designado por el CEFCA.

En la Tabla 1 se presenta una lista no exhaustiva de los contenidos básicos mínimos del presente contrato de suministro y de sus principales subsistemas. Dado que la lista completa de subsistemas está últimamente determinada por la tecnología desarrollada por el *Contratista*, la información presentada a continuación ha de considerarse como orientativa y en ningún modo como una lista cerrada.

SISTEMA	SUBSISTEMA	NOTA ACLARATORIA
Laser Tracker	Cabezal	Emisor del láser capaz de determinar la posición del reflector
	Trípode para cabezal	Equipo sustentador estable y regulable del cabezal
	Reflectores	Dispositivos reflectores ópticos del láser.
	Kit para reflectores	Herramientas y accesorios para manipular los reflectores y calibrar el equipo de medida.
Brazo metrológico	Brazo	Equipo que monta y permite determinar las coordenadas determinadas por el instrumento que porte.
	Palpadores	Instrumento para la determinación de coordenadas por contacto que se monta en el brazo.
	Escáner 3D	Instrumento para la digitalización que se monta en el brazo.
Integración brazo metrológico y laser tracker		Dispositivo para la utilización conjunta del brazo metrológico con el laser tracker.
Base magnética		Para montar el cabezal laser tracker o el brazo metrológico sobre una superficie férrea, sea cual sea la orientación del cabezal o el brazo.
Software, licencia y ordenador portátil		Para medición con laser tracker, brazo metrológico y/o escáner 3D.
Suministrador de energía ininterrumpida		
Horas de formación presencial		
Documentación técnica	Manual de uso y mantenimiento del laser tracker	
	Manual de uso y mantenimiento brazo metrológico	
	Manual de operación del software de medición	

Tabla 1-Lista ilustrativa del alcance del contrato. La enumeración de los subsistemas no es exhaustiva, por lo que la no inclusión de un subsistema en esta relación no exime al contratista del suministro del mismo si es necesario para el buen funcionamiento y operación segura de los equipos.



8. REQUERIMIENTOS

8.1. REQUERIMIENTOS FÍSICOS

8.1.1. Requerimientos de entorno

Todos los componentes del equipo metrológico deben ser capaces de trabajar manteniendo sus valores nominales de precisión, resolución, repetibilidad y MPE, en las condiciones climáticas del OAJ descritas en el Anexo II.

Se valorará el aumento de los rangos de trabajo sobre las condiciones climáticas del OAJ.

8.1.2. Tamaño (TBC)

El tamaño del láser tracker y brazo metrológico, con sus respectivos componentes necesarios para el funcionamiento, debe ser tal que permita trabajar en las salas técnicas del OAJ descritas en el Anexo II.

8.1.3. Volumen de almacenaje (TBC)

El volumen total ocupado por láser tracker y brazo metrológico, con sus respectivos componentes, desmontados y contenidos en sus maletas para el almacenaje debe ser menor a 2 m^3 .

8.2. REQUERIMIENTOS DE FIABILIDAD Y MANTENIMIENTO

8.2.1. Vida útil

El equipo metrológico deberá haber sido diseñado para tener una vida mínima de 10 años de operación.

8.2.2. Componentes del equipo

Los distintos componentes del equipo deberán ser estándar, comerciales y bien probados, y deberán ser elegidos de modo que se facilite su mantenimiento.

8.2.3. Tareas de mantenimiento

Se deben especificar de manera detallada las tareas de mantenimiento y revisiones que requieren los equipos, para garantizar una vida mínima de operación de 10 años.

8.2.4. Disponibilidad repuestos

El *Contratista* debe garantizar la disponibilidad y accesibilidad de los repuestos previstos durante la vida mínima de operación del equipo de 10 años.



8.3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

8.3.1. Laser Tracker

8.3.1.1. Tipología

El sistema puede ser interferométrico (IF), distanciómetro (ADM o Absolute Distance Meter) o ambos, siempre y cuando cumpla con los requisitos de los siguientes apartados.

8.3.1.2. Campo de medida

Debe permitir un campo de medida mínimo entre 0,01 m y 30 m.
Se valorará que el campo de medida sea mayor a lo requerido en este punto.

8.3.1.3. Velocidad de muestreo

Debe permitir ser capaz de permitir una tasa de adquisición de puntos mayor a 15000 puntos/segundo.
Se valorará que la velocidad de muestreo sea mayor a la requerida en este punto.

8.3.1.4. Resolución

El láser tracker deberá poseer una resolución igual o menor a la establecida en la siguiente tabla, en base a lo indicado en el Anexo I:

TIPO DE MEDIDA	RESOLUCIÓN
Lineal	$\leq 5 \mu\text{m}$
Angular	$\leq 1 \text{ arc sec}$

Tabla 2- Requisitos de mínimos de resolución del cabezal del laser tracker.

Se valorará que la resolución sea menor que la requerida en este punto.

8.3.1.5. Error Máximo Permitido (MPE)

El láser tracker deberá poseer un valor MPE, determinado según se indica en el Anexo I. igual o menor a la establecida en la siguiente tabla:

TIPO DE MEDIDA	MPE
Lineal	$\leq \pm 20 \mu\text{m}$
Angular	$\leq \pm 4 \text{ arc sec}$

Tabla 3- Requisitos de mínimos de MPE del cabezal del láser tracker.

Se valorará que el valor MPE sea menor que el requerido en este punto



8.3.1.6. Posicionamiento

Deber ser capaz de trabajar sea cual sea el posicionamiento del cabezal del láser tracker con respecto a la dirección y sentido de la fuerza gravitatoria, manteniendo sus valores nominales de precisión, resolución, repetibilidad y MPE.

8.3.1.7. Corrección efectos meteorológicos

El cabezal del láser tracker debe integrar una estación meteorológica con sensores para la medida de presión, temperatura y humedad relativa para corregir de manera automática sus efectos sobre la medida.

8.3.1.8. Trípode para Cabezal Láser Tracker

El trípode debe permitir la instalación del cabezal del láser tracker. Para garantizar la correcta estabilidad del cabezal laser tracker, debe ser capaz de soportar su masa y presentar tres patas de apoyo. Este trípode deberá permitir la regulación de su altura y disponer de un maletín para su almacenaje-transporte.

8.3.1.9. Reflectores

El *Contratista* suministrará reflectores de media y una y media pulgadas (0,5'' y 1,5'') con los siguientes requerimientos:

REFLECTOR	RANGO DE MEDIDA	PRECISIÓN DE CENTRADO	ANGULO DIEDRO
1,5''	≥ 50 m	$\leq \pm 10 \mu\text{m}$	≤ 3 arc sec
0,5''	≥ 30 m	$\leq \pm 60 \mu\text{m}$	≤ 10 arc sec

Tabla 4- Requisitos mínimos de los reflectores

Se valorara:

- Cualquier mejora en los requerimientos mínimos mostrados en la Tabla 4.
- Aumento en número de reflectores aportados.
- El material de los reflectores sea irrompible
- Los planos de los reflectores en los que se refleja la luz, posean un recubrimiento de material que minimice la pérdida del haz (por ejemplo oro).

El suministro debe incluir un kit de reflectores con los siguientes componentes mínimos:

- Base de soporte de los reflectores no magnética: Base que se coloca sobre una superficie a medir sujeta mediante adhesivo y que sostiene al reflector por fuerza magnética.
- Base de soporte de los reflectores magnética: Base que se coloca sobre una superficie a medir sujeta mediante imán magnético integrado y que sostiene al reflector por fuerza magnética.
- Adaptadores. Conjunto de elementos que permitan realizar mediciones con el laser tracker en distintos posicionamientos de los reflectores, por ejemplo: adaptadores esféricos, barras de extensión, etc.
- Patrones de longitud. Elementos de referencia que permitan la calibración de la cadena de medida, en base al patrón con longitud y tolerancia conocida. El patrón de longitud debe poseer un certificado que permita definir su trazabilidad e indicar las condiciones ambientales para las que ha sido calibrado.



8.3.2. Brazo metrológico

8.3.2.1. Tipología

Se debe tratar de un brazo metrológico articulado y portable, que permita la determinación de coordenadas tridimensionales de puntos mediante el contacto con palpadores integrados.

8.3.2.2. Número de ejes

El brazo debe poseer 7 ejes.

8.3.2.3. Campo de medida

El brazo debe permitir la medición de coordenadas en volumen de trabajo esférico con diámetro mínimo de 2,5 m.

Se valorará que el campo de medida sea mayor al mínimo exigido.

8.3.2.4. Precisión

La cadena de medida formada por el brazo metrológico y la sonda palpadora, debe tener una precisión de trabajo de $\pm 50 \mu\text{m}$ o menor, definida como la desviación volumétrica máxima establecida en Anexo I.

Se valorará que la precisión sea menor a la requerida en este punto.

8.3.2.5. Repetibilidad

La cadena de medida formada por el brazo metrológico y la sonda palpadora, debe tener un valor de repetibilidad de trabajo de $30 \mu\text{m}$ o menor, calculada ésta tal y como se define en el Anexo I.

Se valorará que la repetibilidad sea menor a la requerida en este punto.

8.3.2.6. Sondas palpadoras

El equipo debe incluir dos sondas palpadoras rectas con diámetros de la cabeza palpadora de 3mm y 6mm, adaptables al brazo.

Se valorará la inclusión de más sondas palpadoras rectas distintas a las anteriores y/o de otra tipología.

8.3.2.7. Escáner 3D

Se debe incluir un escáner láser de mano que permita la medición sin contacto y la digitalización de piezas. Este equipo debe poder integrarse en el brazo metrológico. Se precisan a continuación los requisitos mínimos en la Tabla 5:

VARIABLE	VALOR MÍNIMO
Precisión	$\leq \pm 35 \mu\text{m}$
Repetibilidad	$\leq 35 \mu\text{m}$
Velocidad de escaneo	≥ 45000 puntos/segundo

Tabla 5- Requisitos mínimos del escáner 3D.

Se valorará cualquier mejora sobre los requerimientos mínimos mostrados en la Tabla 5.



8.3.3.Integración brazo metrológico y laser tracker

Se debe incluir un equipo que permita la integración entre el brazo metrológico y el láser tracker. Este equipo deberá permitir establecer un sistema de referencia fijo definido por una localización del láser tracker, y referenciar los datos adquiridos por el brazo metrológico a dicho sistema de referencia.

8.3.4.Base magnética

Se debe incluir un soporte que permita sostener el cabezal del láser tracker o el brazo metrológico sobre una superficie férrea, sea cual sea la orientación del cabezal o el brazo.

8.3.5.Software y licencia

Debe permitir realizar mediciones con todos los equipos que forman el presente suministro. Este software, además de la adquisición de datos, debe permitir operar con ellos para el cálculo de dimensiones y tolerancias a través de un entorno gráfico. La licencia de empleo del software tendrá una validez mínima de 10 años. La licencia de software debe poder intercambiarse entre distintos ordenadores físicamente.

8.3.6.Ordenador portátil

Se incluirán un ordenador portátil, con el procesador y memoria tal que sea capaz de ejecutar el software anterior. Este ordenador deberá poseer todos los puertos y cableado necesarios para la comunicarlo con el láser tracker y el brazo metrológico. Además se debe aportar una funda o mochila para el almacenaje y/o transporte de éste ordenador.

8.3.7.Suministrador de energía ininterrumpida

Con el objetivo de evitar daños en los equipos de metrología durante un hipotético corte del suministro eléctrico, en la oferta se debe añadir un suministrador de energía ininterrumpida, que cumpla con las siguientes especificaciones: Potencia de entrada de 1kVA, voltaje de entrada de 230 VAC y voltaje de salida de 230 VAC (mínimo 2 salidas), preparado para su empleo en la red eléctrica europea (50 Hz).

8.3.8.Formación presencial del personal del CEFCA

Una vez suministrados los equipos, el *Contratista* deberá entregar un mínimo de 40 horas de formación (5 días de 8 horas) a tres o más técnicos del CEFCA (TBC) sobre todos los equipos suministrados, en las instalaciones del OAJ.

Se incluirá toda la documentación técnica necesaria para llevar a cabo esta formación.

8.3.9.Marcado CE

Todos los objetos del presente contrato han debido ser diseñados y fabricados conforme a la normativa europea y española vigente, contando con el marcado CE.



9. ENTREGABLES

9.1.EQUIPOS

Los entregables que forman parte de este contrato son los siguientes:

- Cabezal láser tracker, trípode, reflectores y kit para reflectores especificados en este documento.
- Brazo metrológico con palpadores y escáner 3D especificados en este documento.
- Base magnética y equipo para la integración del brazo metrológico y el láser tracker, previamente especificados.
- Ordenador, suministrador de energía interrumpida y todo el hardware necesario para operar los equipos metrológicos.
- Software y licencia necesarios para operar los equipos metrológicos.
- Formación presencial impartida al personal del CEFCA (TBC) sobre todos los equipos del suministro.

9.1.DOCUMENTACIÓN

El *Contratista* deberá suministrar toda la documentación técnica, manuales, formación, libros de mantenimiento, etc. que se le exijan desde CEFCA (TBC).

9.2.LISTA DE REPUESTOS

El *Contratista* deberá entregar un listado de los recambios previstos de todos los subsistemas del equipo metrológicos, para la vida útil mínima de 10 años

9.3.PLAN DE EMERGENCIA

El *Contratista* deberá entregar un plan de actuación en caso de emergencia.

10. SUMINISTRO Y ENVIO

El *Contratista* deberá entregar el equipo metrológico en la sede central del CEFCA (Plaza San Juan 1, planta 2, 44001, Teruel). En la entrega se incluirá el material necesario para que, si CEFCA lo considera necesario en el futuro, se pueda empaquetar y transportar el equipo.

11. PLAZO DE ENTREGA

El plazo de entrega del equipo será de 60 días desde la firma del contrato.

12. CONTENIDO DE LA OFERTA TÉCNICA

El *Contratista* deberá presentar documentación técnica detallada sobre el contenido de su oferta, haciendo referencia a los puntos indicados en el presente Pliego de Condiciones Técnicas. Será necesario incluir la siguiente documentación:

- Especificaciones técnicas de los equipos metrológicos ofertados, así como de cualquier componente opcional que forme parte de la oferta



- Certificados de calibración de los equipos metrológicos que lo dispongan, emitidos por una entidad acreditada. Debe incluir la definición del procedimiento de calibración, así como la normativa en la que se refiera.
- Descripción del software. Se incluirá una descripción detallada del proceso de medición con los distintos equipos metrológicos ofertados.
- Protocolo de mantenimiento. Previsión de fallos según su envergadura. Listado de recambios previstos.
- Descripción del embalaje para el empaquetado, almacenamiento y transporte del equipo ofertado. Se incluirá un protocolo de transporte.

Todas las ofertas, para facilitar la actuación técnica, se aportarán en papel y en soporte informático (formato PDF), conteniendo los datos plenamente coincidentes.

Teruel, a 18 de diciembre de 2014

El Gestor del Contrato

Mariano Moles Villamaté

CEFCA
Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón