

SEALADO EN ABERTO NO ARMONIZADO AL PRECIO MÁS BAJO



12-06-17

ENTRADA

SEALADO EN ABERTO NO ARMONIZADO AL PRECIO MÁS BAJO

**MODELADO TRIDIMENSIONAL Y  
AUSCULTACIÓN MEDIANTE TECNOLOGÍA  
LÁSER DE LAS PRESAS DE EMBALSE DE  
CANAL DE ISABEL II**

**PROCEDIMIENTO ABIERTO NO ARMONIZADO AL  
PRECIO MÁS BAJO**

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

contrato nº : 1190/17

## Contenido

1. OBJETO.....	3
2. ANTECEDENTES.....	3
3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	4
4. PRODUCTOS ENTREGABLES. ....	6
5. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS. ....	7
6. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS. ....	7
7. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS .....	8

## 1. OBJETO.

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se describen las condiciones técnicas que regirán los trabajos de *"Modelado tridimensional y auscultación mediante tecnología láser de las presas de embalse de Canal de Isabel II"*.

El objeto del trabajo es la realización de una serie de campañas de seguimiento de los movimientos de los paramentos de las 14 presas de embalse gestionadas por Canal de Isabel II, utilizando técnicas innovadoras de medición de alta precisión mediante escaneado laser tridimensional.

De forma complementaria, a partir de las mediciones realizadas con láser, se realizará un modelo geométrico tridimensional de cada una de las presas y estructuras anexas, para visualización y gestión con herramientas de CAD.

En el desarrollo de este proyecto se combinarán técnicas de medición tradicional mediante topografía clásica con la tecnología láser más avanzada de adquisición de datos, con una precisión requerida de  $\pm 1$  mm. Los resultados de las mediciones se procesarán para el cálculo de deformaciones, movimientos estructurales y control geométrico de las presas.

El alcance del proyecto será el control estructural durante un año de las 14 presas de Canal de Isabel II, realizando una campaña de observación cada 2 meses, incluyendo una al final del periodo coincidente con la inicial: 7 en total.

## 2. ANTECEDENTES.

Las modernas técnicas de escaneado tridimensional mediante láser permiten la formación de modelos de estructuras con precisión submilimétrica, que reflejan con gran detalle y realismo su situación actual. Comparando distintos modelos obtenidos en fechas sucesivas, es posible detectar movimientos de la estructura con ese grado de precisión. En comparación con las técnicas clásicas de auscultación de presas, que solamente pueden aplicarse a un limitado conjunto de puntos de control, el escaneado láser registra la posición de millones (o centenares de millones) de puntos, lo que permite observar los movimientos de la estructura de una forma global y continua.

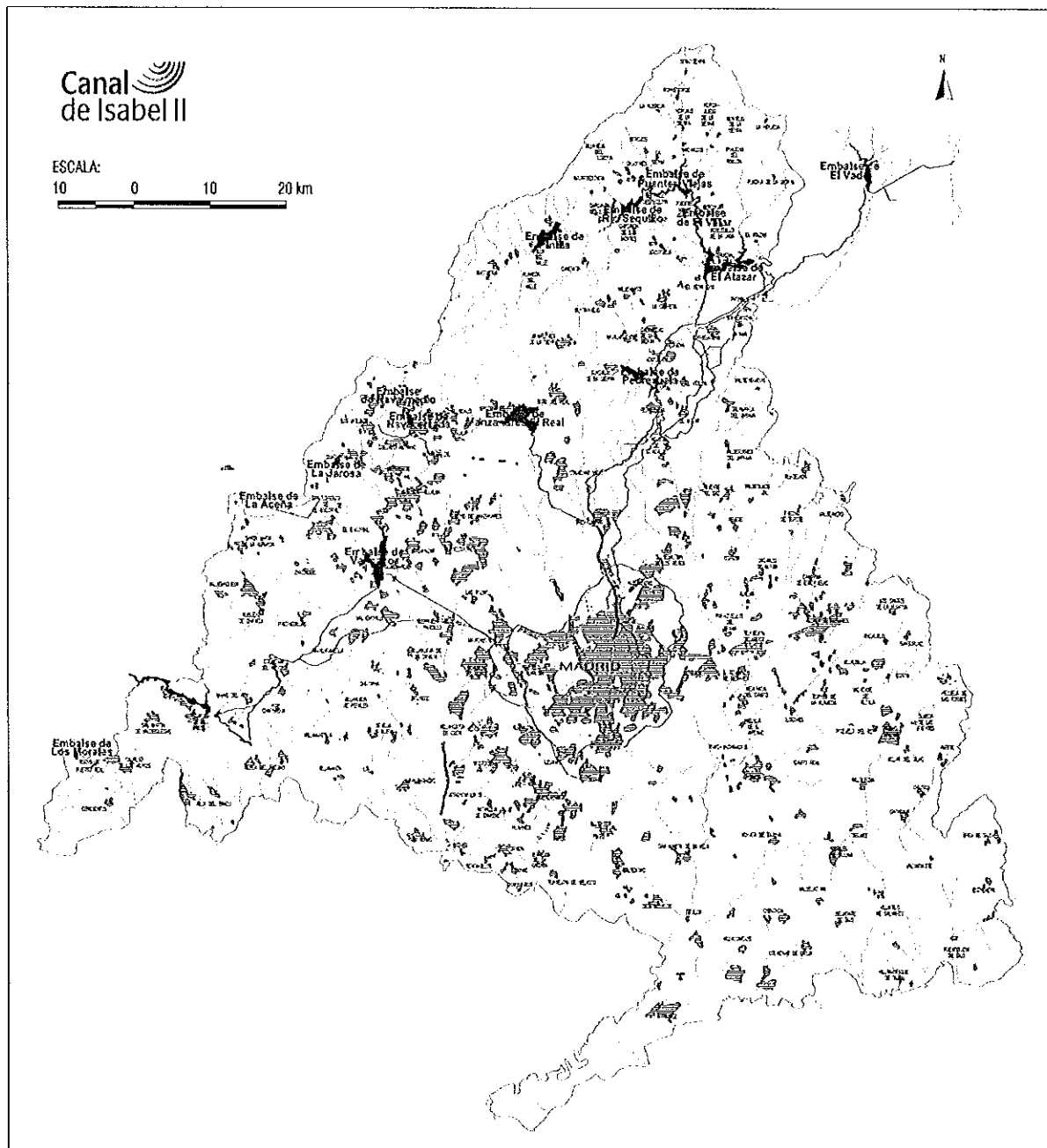
Si bien, este método no puede sustituir a las técnicas tradicionales de auscultación de presas, diseñadas específicamente para el control de la estructura, cimientos, estribos, etc., constituye un excelente complemento, que permite supervisar la coherencia de las distintas mediciones realizadas por los equipos de auscultación, y obtener una perspectiva integral del comportamiento de la presa, a la vez que una visión sumamente detallada de posibles deformaciones o deterioro de la superficie de la construcción. En aquellas presas que solamente cuentan con un bajo nivel de instrumentación para auscultación, el escaneado láser puede ser una alternativa ágil y económica para completar la observación de los movimientos estructurales.

Por otra parte, el escaneado tridimensional, combinado con fotografías de alta resolución constituye un modelo fotorrealístico que refleja con gran precisión y grado de detalle la situación real de la construcción. Este modelo puede constituir la base de un sistema de documentación digital de la presa, donde se combine toda la información de las instalaciones, ubicación de los equipos de auscultación o drenaje, modelos digitales, historial de mantenimiento, etc.

Un proyecto piloto sobre la utilización de estas técnicas para la medición de deformaciones en el estribo de la presa de El Villar está siendo llevado a cabo con éxito por la Subdirección de I+D+i, iniciado en julio de 2016 y previsto finalizar en julio de 2017, con la realización de siete campañas de auscultación, completando un ciclo anual de observación.

### 3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.

El ámbito de este proyecto son las 14 presas de embalse gestionadas por Canal de Isabel II, situadas en la Comunidad de Madrid, y en las provincias de Ávila (La Aceña) y Guadalajara (El Vado):



1 Situación embalses Canal de Isabel II.

- Pinilla
- Riosequillo
- Puentes Viejas
- El Villar
- El Atazar

- *El Vado*
- *Pedrezuela*
- *Manzanares el Real*
- *Navacerrada*
- *Navalmedio*
- *La Jarosa*
- *Valmayor*
- *La Aceña*
- *Los Morales*

Se realizarán 7 campañas de auscultación de cada presa para cubrir un ciclo anual completo. Se programarán dichas campañas con periodicidad bimestral, y de forma que la fecha de la última será 12 meses después de la primera.

Previamente, se efectuará un levantamiento topográfico de los puntos fijos de auscultación o vértices topográficos existentes en cada presa, y que servirá de referencia para el escaneado láser de las estructuras.

Las campañas de auscultación consistirán en el escaneado láser tridimensional de los paramentos visibles de cada una de las presas, además de las estructuras adyacentes: torres de toma, aliviaderos, estribos, etc.

La precisión requerida de las mediciones es de  $\pm 1$  mm.

Se realizarán tomas fotográficas de alta definición, desde cada punto de escaneado. Con el tratamiento de estas imágenes se compondrá un modelo fotorrealista, sobre el que se pueda observar el objeto (la presa) en todas las direcciones ( $360^\circ$ ), y efectuar mediciones sobre dichas fotografías.

Canal de Isabel II facilitará los modelos digitales de las presas, elaborados en AutoCad® de acuerdo a la información contenida en los documentos XYZT. El consultor deberá integrar estos modelos teóricos con los obtenidos del escaneado, y proporcionar un sistema de visualización conjunta de toda esa información integrada.

A partir de las imágenes láser obtenidas en el escaneado se generará una malla digital en tres dimensiones de la superficie escaneada. La resolución de la malla deberá ser centimétrica (entre 1 y 5 cm) y con una precisión milimétrica ( $\pm 1$  mm).

Comenzando con la segunda medición, mediante comparación de las mallas obtenidas se efectuará para cada punto de la misma el cálculo del desplazamiento tridimensional observado entre dos mediciones consecutivas y desde el origen. Estos desplazamientos se referirán a los ejes locales X, Y, Z, de cada presa, detallando el movimiento observado en cada dirección, y el desplazamiento global (resultante).

Se efectuará un análisis estadístico de los desplazamientos observados: máximos, medios y mínimos, y estimación del error de medida. Se presentará un histograma del número o porcentaje de puntos por intervalos de desplazamiento en cada dirección. En cada una de las presas, la dirección del proyecto señalará una serie de puntos de control, para los que se calcularán los respectivos desplazamientos en cada una de las campañas (respecto de la anterior y del origen).

Los licitadores deberán presentar en sus ofertas técnicas detalle de la metodología propuesta para cada una de las fases de los trabajos, características de los equipos de toma de datos y software de proceso de la información.

Presentarán también un cronograma o diagrama de Gantt previsto para la ejecución de las todas las tareas previstas, junto con los hitos e indicadores de seguimiento que permitan el cumplimiento en plazo y forma de todas las fases del proyecto.

#### 4. PRODUCTOS ENTREGABLES.

Los trabajos desarrollados durante este contrato deben dar lugar a los siguientes productos entregables, para cada una de las 14 presas objeto del proyecto:

1. Nube de puntos obtenida directamente del escaneado láser. Una entrega por cada una de las 7 campañas de auscultación. Las coordenadas XYZ de los puntos se entregarán referidas al sistema de coordenadas local de cada presa, definido en el documento XYZT, o en su defecto, al indicado por la dirección del proyecto. El consultor deberá proporcionar la transformación para su conversión al sistema de proyección UTM del SIG corporativo de Canal de Isabel II. La nube de puntos incluirá la información de color obtenida de la fotografía HD simultánea al escaneado.  
  
Las nubes de puntos se entregarán en formato estructurado compatible con Autodesk® ReCap™. Adicionalmente, la dirección del proyecto podrá solicitar archivos en formato ASCII con los campos X, Y, Z, RGB.
2. Modelo fotorrealista de la presa y estructuras adyacentes. Generado a partir de las nubes de puntos y fotografías de alta resolución en visión 360°. En este modelo se incluirán los diseños en AutoCad® disponibles en Canal de Isabel II para cada presa. El consultor proporcionará un visualizador para la presentación de estos modelos. Preferentemente se utilizará un visualizador de software libre o con licencia de uso gratuito. El visualizador deberá disponer de capacidades para ajustar de forma dinámica el punto de vista, ángulo, zoom, distancia focal, etc; visualización selectiva de capas de información, y capacidad para medir distancias entre puntos de la imagen 3D.
3. Malla digital en tres dimensiones de la superficie escaneada del cuerpo de presa y estructuras adyacentes. Una entrega por cada una de las 7 campañas de auscultación. La resolución de la malla deberá ser de entre 1 y 5 cm, y la precisión de  $\pm 1$  mm. Al igual que en el apartado anterior, se proporcionará un visualizador para la presentación de los modelos de malla 3D. Preferentemente se utilizará un visualizador de software libre o con licencia de uso gratuito. El visualizador deberá disponer de capacidades para ajustar de forma dinámica el punto de vista, ángulo, zoom, distancia focal, etc; visualización selectiva de capas de información, y capacidad para medir distancias entre puntos de la imagen 3D. Adicionalmente, a petición de la dirección del proyecto, se entregarán las mallas 3D en formato compatible con AutoCad®.
4. Informe de movimientos detectados en la estructura de las presas, obtenidos a partir de las mallas o nubes de puntos generadas en cada campaña de auscultación. Comenzando en la segunda campaña, para cada una de las presas se elaborará un informe resumen de los movimientos detectados con respecto a la campaña anterior y con respecto al origen. Estos desplazamientos se referirán a los ejes locales X, Y, Z, de cada presa, detallando el movimiento observado en cada dirección, y el desplazamiento global (resultante). Estos informes deberán contener al menos los siguientes apartados:
  - a. Descripción de los trabajos realizados, con indicación de las estaciones de escaneado, características de los modelos y nubes de puntos, número de puntos para los que se calculan los desplazamientos, puntos de control, etc.
  - b. Análisis estadístico de los movimientos detectados: máximos, mínimos, promedio, varianza.
  - c. Histograma de número de puntos o porcentaje clasificados según rangos por desplazamiento observado, en cada uno de los ejes de coordenadas, y desplazamiento total (resultante). Gráficos con la ubicación de los puntos por rango de desplazamientos (indicados mediante diferentes colores o signos).
  - d. Desplazamientos en los puntos de control. Datos numéricos y gráficos.
  - e. Anexo con los datos numéricos de todos los puntos analizados, en formato ASCII o de base de datos, con sus coordenadas y desplazamientos.
5. Informe final. A la finalización de los trabajos se presentará un informe final de resumen de las tareas realizadas, posibles incidencias, resumen de los resultados obtenidos en cada una de las presas, conclusiones finales y recomendaciones.

Los licitadores deberán presentar en sus ofertas técnicas una relación detallada de todos estos documentos y productos que serán entregados a lo largo del proyecto, con indicación de los formatos de entrega, y software necesario para su tratamiento, visualización y edición, con indicación del tipo de licencia requerida para su explotación. En caso de no utilizarse software libre, el contratista adjudicatario proporcionará una licencia de uso por tiempo ilimitado a nombre de Canal de Isabel II para todos los productos necesarios para la explotación de los datos entregados. La utilización de todos los productos software que requieran licencia, deberá ser autorizada por la dirección del proyecto de Canal de Isabel II.

Preferentemente se utilizarán formatos de archivo soportados por software libre (*Open Source*) y en todo caso, deberán estar suficientemente documentados. El contratista proporcionará la documentación correspondiente de definición de los formatos de archivo de toda la información que se entregue.

## 5. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS.

En el plazo de tres semanas a partir de la firma del contrato, el adjudicatario deberá presentar la siguiente documentación:

1. Metodología detallada a seguir en el desarrollo de las distintas fases del proyecto y tratamiento de la información.
2. Propuesta de herramientas software para tratamiento, visualización, edición y explotación de la información producida a lo largo de la ejecución del proyecto. Requisitos de información que deba proporcionar Canal de Isabel II.
3. Plan de trabajo y cronograma donde se señalen plazos y fechas para la realización de las distintas fases del proyecto.
4. Relación de personas implicadas en el trabajo y misión asignada a cada una de ellas.

En el plazo de dos semanas, el director del proyecto por parte de Canal de Isabel II, aprobará este informe o indicará los cambios necesarios antes de iniciar el trabajo.

Durante la ejecución del proyecto y con periodicidad bimestral, se presentarán informes parciales de seguimiento de las tareas realizadas.

A la finalización de los trabajos, se presentará un informe final de resumen de las tareas realizadas, posibles incidencias, resumen de los resultados obtenidos en cada una de las presas, conclusiones finales y recomendaciones.

Los documentos de texto se presentarán en formato MS-Word, junto con una copia impresa. Los gráficos y tablas de datos o resultados que se incluyen en los informes se entregarán además en formato MS-Excel o MS-Access.

## 6. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.

El abono de los trabajos se realizará de forma mensual sobre las tareas realizadas en el periodo, y de acuerdo a los precios ofertados por el adjudicatario. En la factura se reflejarán las tareas realizadas en cada una de las presas, una vez hayan sido completadas, entregadas y haya sido aprobado el informe correspondiente por la dirección del proyecto (Canal de Isabel II). Estas tareas a facturar son:

1. Nube de puntos procedente del escaneado láser (14 x 7 uds.).
2. Modelo fotorrealista de las presas (14 uds.).
3. Malla digital 3D de las superficies escaneadas (14 x 7 uds.).
4. Informe de movimientos detectados en las presas (14 x 6 uds.).

5. Informe final (1 ud.).

## 7. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS

El adjudicatario nombrará un representante responsable del proyecto, que deberá contar con experiencia en trabajos similares.

El adjudicatario dedicará a la realización del proyecto contratado una plantilla de acreditada solvencia técnica, para que la labor comprometida pueda ser realizada de modo satisfactorio y en el plazo establecido. En sus ofertas, los licitadores presentarán una relación de personal que se asignaría al trabajo encomendado, con indicación de su titulación, experiencia (*curriculum vitae*) y dedicación al proyecto.

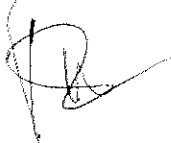
El adjudicatario se comprometerá a aportar los recursos humanos recogidos en su oferta. En el caso de que alguna de las personas propuestas no pudiera incorporarse al proyecto el adjudicatario propondrá a Canal de Isabel II recursos alternativos con categoría profesional y experiencia igual o superior a los propuestos inicialmente, propuesta que deberá ser aceptada por la dirección del proyecto por parte de Canal de Isabel II.

El adjudicatario velará por que el equipo designado para la ejecución de los trabajos tenga la suficiente estabilidad que no ponga en riesgo la consecución de los mismos en calidad y tiempos. Cualquier cambio que aun así se produjera deberá ser puesto en conocimiento de Canal de Isabel II con la suficiente antelación y se reemplazará el recurso por otro de igual o superior categoría. El cambio propuesto deberá ser autorizado por la dirección del proyecto.

Los licitadores deberán incluir en sus ofertas una propuesta metodológica detallada de las técnicas, métodos, fuentes de información y herramientas que vayan a ser utilizadas en la realización del proyecto.

Para un correcto seguimiento de la ejecución del proyecto, resolución de posibles incidencias y aseguramiento del cumplimiento de objetivos y plazos, se programarán reuniones bimestrales, con asistencia de miembros de la Comisión de seguimiento del proyecto de Canal de Isabel II y del director del proyecto por la empresa adjudicataria.

Madrid, 31 de mayo de 2017



Firma: Francisco Cubillo González  
Subdirector de Investigación, Desarrollo e Innovación



Firma: Juan Sánchez García  
Director de Innovación e Ingeniería