



**ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE
LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA
EN DEPÓSITOS DE AGUA POTABLE
MEDIANTE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA**

CONTRATO Nº 140/2016

**PROCEDIMIENTO ABIERTO NO
ARMONIZADO**

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

INDICE

1.	OBJETO.....	3
2.	ANTECEDENTES	3
3.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	4
3.1.	INFORMACIÓN DISPONIBLE	5
3.2.	FASES DE TRABAJO	5
3.2.1.	Fase inicial	5
3.2.2.	Simulaciones de los depósitos.....	5
3.2.3.	Análisis de resultados.....	6
3.2.4.	Verificación y calibración de resultados	6
3.2.5.	Propuesta de modificaciones	7
4.	PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS	7
5.	MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	8
6.	MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS	9

1. OBJETO

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se describen las condiciones técnicas que regirán la ejecución de los trabajos de Estudio de la evolución de la calidad del agua en depósitos de agua potable mediante modelización matemática.

El objetivo del trabajo consiste en el estudio del comportamiento del agua potable en el interior de los depósitos de almacenamiento para determinar las operaciones más adecuadas a realizar para controlar los tiempos de estancia (y, por tanto, la calidad del agua) en los depósitos gestionados por Canal de Isabel II Gestión así como la realización, en caso de ser necesario, de las propuestas de modificaciones estructurales que fueran necesarias para alcanzar dicho objetivo.

2. ANTECEDENTES

La red de abastecimiento y distribución de agua potable de la Comunidad de Madrid es una infraestructura que en la actualidad comprende más de 18.000 km de conducciones encargadas de transportar el agua que consume una población superior a los seis millones de habitantes, desde las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) hasta los correspondientes puntos de entrega.

Como forma de ajustar la demanda de agua potable por parte de los consumidores a la oferta real de agua producida en las ETAP, este agua se almacena en diversos puntos de la red en los depósitos de agua potable. Estos depósitos tienen también la importante función de asegurar el suministro cuando existe alguna discontinuidad en la producción del agua (captación y/o tratamiento del recurso) o en las conducciones de aducción (agua en alta) que realizan el suministro a las poblaciones. El Canal de Isabel II Gestión gestiona en la actualidad 459 depósitos de almacenamiento de agua potable de diferentes características e importancia estratégica.

Para asegurar una correcta calidad del agua servida, resulta de vital importancia conocer el tiempo de estancia del agua en los depósitos para, entre otras cosas, definir las estrategias de desinfección necesarias.

Sin embargo, el flujo del agua en el interior de estos depósitos no es uniforme, existiendo áreas en las que la velocidad del agua es mayor que en otras, lo que podría significar que no todo el fluido cuenta con el mismo tiempo de permanencia. Para analizar esta circunstancia, se propone la modelización de las líneas de flujo de modo que se puedan detectar zonas de sombra donde el tiempo de permanencia es mayor a lo asumible y que podrían suponer una falta de homogeneización del fluido que redundara en una menor calidad del agua servida.

El presente contrato de ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN DEPÓSITOS DE AGUA POTABLE MEDIANTE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA pretende estudiar el fenómeno referido y proponer soluciones en la línea de detectar posibles problemas de homogeneización del flujo y proponga soluciones estructurales u operativas que modifiquen esta situación.

3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

En este apartado se describen las herramientas y servicios que conforman el objeto del contrato y que el Adjudicatario deberá realizar, no siendo el listado que aparece a continuación una relación exhaustiva de las características de los servicios contratados, sino las líneas generales demandadas.

Las referidas tareas deben entenderse como requisitos mínimos pudiendo los licitadores mejorarlos en sus ofertas. Las propuestas que ofrezcan características inferiores no serán tomadas en consideración en el presente procedimiento de licitación.

El Adjudicatario deberá desarrollar y aportar los conocimientos, metodologías y herramientas necesarias para asegurar el resultado óptimo del proyecto.

El ámbito de este trabajo es el de los depósitos más representativos del total de los gestionados por el Canal de Isabel II Gestión en cuanto a estudio pormenorizado, y el resto en cuanto a las soluciones generalizables que se planteen. Por tanto, los 459 depósitos gestionados se dividirán, a efectos del presente concurso en:

- Depósitos de especial importancia estratégica: En principio, sin menoscabo de posteriores ajustes (que en cualquier caso estarán entre los alcances mínimo y máximo que se exponen en el Pliego de cláusulas administrativas particulares del presente concurso) serán un número aproximado de 40. Estos depósitos tendrán un tratamiento particularizado que incluirá modelización de detalles
- Resto de depósitos: Para estos depósitos se propondrán, de manera genérica, soluciones de homogeneización del flujo con respecto a las características más importantes de los mismos (tanto físicas como operativas) que se deberán parametrizar de acuerdo al protocolo general que se proponga en los trabajos

Las principales cuestiones que se pretende resolver mediante el presente estudio son las siguientes:

- Comportamiento de los flujos de agua interiores en los depósitos
- Grado de homogeneización del fluido con la diferentes configuraciones físicas de los depósitos
- Grado de homogeneización del fluido con las diferentes formas de operación del mismo (zona de entrada y salida, velocidades, tiempos de apertura y cierre de válvulas)
- Influencia de medidas correctores de homogeneización del flujo
- Protocolo para la parametrización de los depósitos de cara al estudio del problema mencionado
- Soluciones generalizables para las diferentes configuraciones físicas y de explotación de los depósitos.

3.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE

Canal de Isabel II Gestión S.A. dispone de la siguiente información, que se considera de utilidad para la realización del trabajo, y se pondrá a disposición del adjudicatario, en las condiciones y reservas de confidencialidad expuestas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del Contrato:

- Cartografía de las infraestructuras del Canal de Isabel II Gestión, S.A. en soporte ArcGis 10.1 que incluye información de las características físicas, hidráulicas y topológicas de los depósitos y elementos asociados.
- Registros de operación de los depósitos
- Tratamientos de desinfección empleados en las estaciones recloradoras/recloraminadoras que se encuentran instaladas a lo largo de la red.
- Esquemas y datos interiores de los depósitos de agua a analizar. Actualmente se está llevando a cabo un inventario pormenorizado de estas instalaciones por lo que se podrá disponer de los datos más relevantes, teniendo el adjudicatario que completar los que falten de cara a la correcta realización de los trabajos objeto del presente pliego. Este inventario contiene, entre otros datos, información sobre las dimensiones interiores de los depósitos.

La entrega de estos datos no exime al adjudicatario de la necesidad de asegurar la validez de los datos y de completar los mismos en caso de ser necesarios.

Para realizar dicha tarea de comprobación y, en su caso, completado de datos de los depósitos, el adjudicatario planificará la necesidad de contar con un equipo de apoyo en campo tal y como se le requiere en el pliego de cláusulas administrativas particulares.

3.2. FASES DE TRABAJO

Para la realización del trabajo objeto de Contrato, el Adjudicatario deberá realizar las siguientes tareas:

3.2.1. Fase inicial

La primera fase consistirá en la recopilación de toda la información disponible referida a los depósitos de agua potable que se van a analizar para poder programar adecuadamente la verificación de los datos de partida y la toma de aquellos otros datos sobre los que se tiene dudas sobre su veracidad o sobre los que no existan valores.

Los depósitos a analizar serán los que se consideren más representativos, a los efectos del presente estudio, de entre los gestionados por el Canal de Isabel II Gestión. No obstante, y a partir del desarrollo de los trabajos, esta cifra podrá verse aumentada o disminuida siempre dentro de los límites del alcance máximo y mínimo del presente concurso.

En esta fase se realizará una visita física a los depósitos a analizar para poder acometer el estudio con el mayor grado de conocimiento posible.

3.2.2. Simulaciones de los depósitos

En una primera fase, se realizará el estudio de tres depósitos que servirán para poner a prueba la metodología del estudio y definir, en caso necesario, las modificaciones en la misma que puedan asegurar una adecuada calidad en los resultados. Una vez validada esta metodología, se extenderá al resto de depósitos objeto del presente trabajo

Para llevar a cabo de forma correcta las simulaciones necesarias para analizar en profundidad el fenómeno que se quiere estudiar, se realizará el trazado en tres dimensiones del depósito, incluyendo todas aquellas características (físicas y de operación) necesarias para llevar a cabo los modelos matemáticos. El licitador tendrá en cuenta dos escenarios diferentes de llenado cuando la operación real así lo requiera. En este punto se deberá prestar especial atención a las variables que se estudiarán para comprender el fenómeno objeto del estudio y que permitirán extraer unas conclusiones adecuadas. La elección de estas variables son clave para la correcta realización de las simulaciones asociadas.

Una vez realizado el trazado en tres dimensiones, se procederá a realizar un mallado de todo el dominio necesario para el estudio. Para la realización de este mallado se escogerá el tipo y tamaño de celda más adecuado una vez definida las características físicas del depósito, para lo que el adjudicatario deberá proponer la herramienta informática necesaria. No será, en ningún caso motivo para una baja calidad de los resultados esta elección, quedando en manos de la dirección de los trabajos (que ostentará el Canal de Isabel II Gestión) la exigencia de una mayor precisión en la malla o un más adecuado refinamiento si los resultados no tienen la calidad requerida lo que podría llevar aparejado un cambio en el software de mallado escogido.

Una vez mallado el dominio disponible, se procederá a la incorporación de las condiciones de contorno que definen el proceso. A modo de inventario no exhaustivo, se deberá incorporar, al menos, las tuberías de entrada de salida y entrada (caudales, velocidades, características del agua), rugosidades y características de los paramentos, temperaturas (en caso de que sea necesario para analizar el comportamiento del suceso) y cualquier otra condición de contorno necesaria.

Una vez realizado este proceso, se procederá a la resolución de las ecuaciones rectoras del fenómeno mediante la simulación CFD en 3 dimensiones del fluido con el objetivo de analizar el comportamiento de las líneas de corriente del agua, lo que permitirá definir los caminos preferenciales del agua así como las zonas con velocidades por debajo (o por encima) de la media.

La elección del software comercial a emplear para la modelización deberá especificarse en la oferta que el licitador entregue, y deberá ser suficiente para la consecución de los resultados pretendidos.

3.2.3. Análisis de resultados

Una vez realizada la simulación, se analizarán las líneas de corriente así como todos los datos que sea necesario tener en cuenta (presiones, velocidades...) para poder sacar conclusiones respecto al tiempo de permanencia total y particularizado del agua.

Este análisis de resultados debe tener en cuenta, en todos los casos, las necesidades concretas en cada uno de los depósitos, referentes a tiempos de estancia medios.

3.2.4. Verificación y calibración de resultados

El adjudicatario propondrá una metodología para la verificación y calibración de los resultados, incluyendo, si es necesario, la definición de los trazadores a emplear y del tipo de cantidad de analíticas a llevar a cabo. El Canal de Isabel II Gestión validará dicha metodología con el objeto de asegurar la calidad y veracidad de los resultados. La toma de datos reales que sean necesarios para la realización de esta calibración y verificación, correrá a cargo del adjudicatario como responsable último de la calidad de los resultados obtenidos.

3.2.5. Propuesta de modificaciones

Una vez analizados y modelizados los depósitos necesarios, el adjudicatario propondrá, en aquellos en los que las condiciones de circulación interior del flujo así lo aconsejen, medidas (estructurales u operativas) que ayuden a la homogeneización del agua durante su estancia en los depósitos. Tal y como se muestra en el cuadro de precios del pliego de cláusulas administrativas particulares, se deberá modelizar también cuantas modificaciones se propongan, teniendo que acometerse de nuevo las tareas de mallado (que deberá tener un refinamiento especial en los elementos correctores incorporados). En el mencionado cuadro de precios se especifican valores diferentes para aquellos casos en los que sea necesario, tan solo, modelizar la situación actual y aquellos casos en los que habrá que añadir simulaciones de diferentes modificaciones.

Como colofón a los trabajos particularizados en los depósitos más representativos del Canal (ver apartado 3 "alcance de los trabajos"), se elaborará un documento con una propuesta para la parametrización de los depósitos, así como de una propuesta de modificaciones (estructurales u operativas) de forma que se pueda estudiar el fenómeno y acometer soluciones en caso de ser necesario, de forma generalizada a todos los depósitos del Canal de Isabel II Gestión sin necesidad de realizar una modelización de todos y cada uno de ellos.

A la finalización de los trabajos el contratista elaborará un documento de síntesis para la difusión de las experiencias adquiridas, metodología, resultados y conclusiones, en la línea de los "Cuadernos de Investigación de I+D+i" publicados por Canal de Isabel II Gestión S.A.

4. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

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

- Plan de trabajo donde se señalen plazos y fechas para la realización de las distintas tareas del proyecto así como un índice detallado de todos los documentos que componen el estudio.
- Relación de personas implicadas en el trabajo y misión asignada a cada una de ellas.

Por parte del Canal de Isabel II Gestión, el director del proyecto tendrá que aprobar este informe o indicar los cambios necesarios antes de iniciar el trabajo.

A partir de este punto, se realizarán al menos las siguientes entregas, de acuerdo a lo especificado en el apartado de fases del trabajo, considerando una duración total máxima del proyecto de 24 meses y con el cronograma orientativo que se indica:

- Para cada uno de los depósitos que a estudiar se deberá realizar:
 1. Informe preliminar sobre la calidad de los datos de inicio y de las condiciones de contorno del problema, así como sobre la subsanación de los problemas que se haya podido detectar.
 2. Informe con los resultados del mallado y la modelización con el apoyo de gráficos, imágenes y videos de los diferentes parámetros a estudiar. Las características de este informe deberá figurar en el documento que sobre la metodología a emplear se entregará dentro de la oferta técnica.
 3. Informe de verificación y calibración de los resultados empleando la metodología que el adjudicatario proponga tras el visto bueno del Canal de Isabel II Gestión. Esta propuesta de metodología para la calibración deberá figurar en la oferta técnica que le licitador presente.

4. Análisis del problema de la homogeneización del flujo y estudio, si es necesario, de alternativas. Para cada una de las alternativas se entregará un informe similar al del anterior punto número 2.
- En base a los datos obtenidos en los estudios particularizados anteriormente mencionados, se entregará un informe con una propuesta de parametrización general de depósitos de agua potable, que sirvan para extraer conclusiones al respecto del fenómeno estudiado en el resto de depósitos de Canal de Isabel II Gestión
 - Como complemento a lo anterior, se entregará un documento con diferentes alternativas para homogeneizar la mezcla en base a la parametrización realizada en el punto anterior.

5. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

El alcance estimado de los trabajos (que coincide con el alcance máximo que se detalla en el pliego de cláusulas administrativas particulares) es el que se muestra en la siguiente tabla. Esta estimación no supone, en ningún caso, un compromiso por parte del Canal de Isabel II Gestión puesto que lo largo de los trabajos las diferentes mediciones pueden verse modificadas a la vista de los resultados que se obtengan.

Concepto	Unidades (1)
Estudio de un depósito de agua potable incluyendo la modelización CFD en 3D de la <u>situación actual</u> (con dos escenarios de llenado), la toma de datos necesaria para la calibración análisis de resultados, informe completo (incluyendo apoyo audiovisual) y propuesta de modificaciones sobre la configuración actual	20
Estudio de un depósito de agua potable incluyendo la modelización CFD en 3D de <u>la situación actual</u> (con dos escenarios de llenado) <u>y de un escenario más que incluya las modificaciones propuestas</u> , análisis de resultados, informe completo (incluyendo apoyo audiovisual) y propuesta de modificaciones sobre la configuración actual	14
Estudio de un depósito de agua potable incluyendo la modelización CFD en 3D de <u>la situación actual</u> (con dos escenarios de llenado) <u>y de dos escenarios más que incluyan las modificaciones propuestas</u> , análisis de resultados, informe completo (incluyendo apoyo audiovisual) y propuesta de modificaciones sobre la configuración actual	6
Informe final de propuestas de generalización de medidas de homogeneización del flujo incluyendo las modelizaciones parciales necesarias.	1
Mediciones adicionales de la configuración y características de un depósito de agua potable	40

6. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS

El Adjudicatario nombrará un representante responsable de los trabajos, que deberá contar con experiencia en trabajo similares. Las características de dicho representante son las que figuran en el apartado 5 del Anexo I del PCAP.

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.

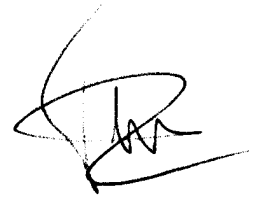
Así mismo presentará una relación con los medios materiales que empleará para este trabajo así como su grado de dedicación estimado.

Para un correcto seguimiento de la ejecución del proyecto, resolución de posibles incidencias y aseguramiento del cumplimiento de objetivos y plazos, se programarán reuniones quincenales, con asistencia del Coordinador General de los trabajos por parte de la empresa adjudicataria y del Director del Proyecto por parte de Canal de Isabel II Gestión.

Y se firma en Madrid, a 21 de Octubre de 2016



Firma: Antonio Lastra de la Rubia
Coordinador de innovación en redes



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



Firma: Juan Sánchez García
Director de Innovación e Ingeniería