



CONTRATACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN TIEMPO REAL

DOCUMENTO Nº 2

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

1. OBJETO

El objeto del presente pliego de prescripciones técnicas es la contratación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones en tiempo real para optimizar el funcionamiento coordinado de la red primaria de saneamiento del CABB y sus instalaciones de regulación y control asociados.

2. CONDICIONES GENERALES

Todos los servicios contratados se prestarán con sujeción estricta a lo especificado en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas y en el de Cláusulas Administrativas Particulares y en el contenido de la oferta seleccionada.

Por esta razón los licitadores especificarán, dentro de la documentación que han de presentar, todas y cada una de las diferentes prestaciones ofertadas, definiendo su modo de ejecución, su contenido y su alcance.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DE ESTUDIO

3.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

El sistema Galindo-Lamiako tiene como función principal interceptar, transportar y depurar las aguas residuales urbanas e industriales generadas en el entorno metropolitano de Bilbao. El sistema Galindo-Lamiako es un sistema doble con una EDAR común, la EDAR Galindo.

Los datos básicos de diseño de la EDAR de Galindo son:

- Población servida: 856.960 habitantes
- Habitantes equivalentes de diseño: 1.236.559 habitantes equivalentes
- Superficie drenada: 10.187,53 Ha
- Línea de agua:
 - Caudal diario diseñado inicialmente: 345.600 m³/día (4m³/s de caudal medio)
 - Caudal puntual máximo para el tratamiento completo: 6,00 m³/s
 - Caudal puntual máximo para el tratamiento primario: 12,60 m³/s
 - Caudal máximo del bombeo agua bruta: 15,00 m³/s
 - El tratamiento completo consiste en: pretratamiento (desbaste grueso y fino, desarenado/desengrasado), decantación primaria y tratamiento biológico por fangos activados, terciario para usos auxiliares de la EDAR



En la actualidad se procesa un caudal medio en tiempo seco de 250.000 m³/día.

El sistema Galindo está formado 3 interceptores principales, denominados G1, G2 y G3, que dan servicio a la margen izquierda de la ría del Nervión-Ibaizabal, a Bilbao y a los municipios situados aguas arriba del mismo.

El sistema Lamiako está formado por 2 interceptores principales, Gobela y Asua, que dan servicio a los municipios situados en la margen derecha de la ría del Nervión-Ibaizabal. El saneamiento de este sistema se concentra en el bombeo de Lamiako, situado en vega de Lamiako del municipio Leioa, para ser trasvasado a la margen izquierda de la ría y conectarse al interceptor G2 mediante el colector La Iberia.

Los colectores que forman la Red Primaria del Sistema Galindo-Lamiako tienen una longitud de 187 km, con tuberías de diámetros comprendidos entre 300 mm y 3.400 mm.

Debido al carácter mayoritariamente unitario de las redes de saneamiento existentes en la cuenca servida, a lo largo de la red primaria del sistema Galindo-Lamiako existen instalaciones de regulación y control como son los aliviaderos, bombeos y tanques de tormentas.

Todas las instalaciones de regulación y control tienen un punto de desbordamiento PVD asociado por el que, de acuerdo con lo estipulado en la autorización de vertido del sistema, se producirán los desbordamientos en tiempo de lluvia cuando se agote la capacidad de almacenamiento y tratamiento del sistema.

La red esta dimensionada para poder transportar un caudal máximo de 12,6 m³/s, es decir, 3 veces el caudal medio en tiempo seco, de tal manera que existe el triple de capacidad de almacenamiento en tiempo de lluvia. El exceso de agua que entra en la red primaria con respecto a su capacidad de transporte provoca desbordamientos en la EDAR y en las instalaciones de la red primaria de saneamiento.

Los colectores de red primaria están diseñados para que su circulación sea en lámina libre en tiempo seco, garantizándose en todos sus tramos que la velocidad de transporte permita que haya una autolimpieza que evite la sedimentación en los mismos.

Los aliviaderos tienen, por lo menos y en general, una capacidad de retención de entre 12 y 25 veces el caudal medio en tiempo seco de la cuenca que drena y cuando el colector alcanza un grado de llenado cercano al 75% permite un caudal de paso igual a 3 veces el caudal medio.

3.2. CONTROL DEL SISTEMA

El CABB desde el Puesto de Control, en adelante PCC, supervisa y controla 191 instalaciones con regulación de los sistemas Galindo y Lamiako, entre las que hay 126 Aliviaderos, 52 bombeos, 1 Sifón, 20 Tanques de tormentas (bombeos y aliviaderos con Tanque, tanques) y 6 pozos singulares.



La herramienta base para dicho control y supervisión es un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), donde están representadas las variables de la explotación, consignas configuradas y alarmas generadas en las variables de control. Permite recoger los datos del funcionamiento de todos los elementos de regulación y de los demás equipos auxiliares, así como las alarmas programadas por fallo o por operación. Además, se pueden visualizar las tendencias e históricos de los parámetros a controlar de dichas instalaciones que permiten operar la red adecuadamente.

Actualmente se dispone de la siguiente instrumentación:

- Sondas Nivel: 410
- Contactos de nivel: 114
- Caudalímetros: 25
- Conductividad: 2

lo que supone 27.000 señales que se historizan, 50.000 señales de I/O, y una frecuencia comprendida entre 1 y 3 seg.

El funcionamiento de las instalaciones está gobernado por un PLC (Controlador Lógico Programable) en local con la programación de los niveles de arranque y parada de las bombas, posición de la compuerta, arranques y paros de ventilación, etc. Así mismo, disponen de diferentes canales que permiten comunicar la estación con el PCC y así supervisar el estado de funcionamiento y permitir controlarlo a través de la aplicación SCADA.

Las tareas que realizan son las siguientes:

- Explotación de las instalaciones
- Explotación de la red según diferentes escenarios. Protocolos de operación
- Coordinación y seguimiento de las actuaciones preventivas, correctivas y visitas en las instalaciones
- Gestión de las incidencias y comunicaciones

El objetivo primordial de la explotación de la red primaria de colectores del CABB es el de recoger el mayor volumen de agua residual posible, minimizar el volumen de agua residual mezclada con agua de escorrentías posible al medio receptor y dar tratamiento biológico a la mayor cantidad de agua que sea posible.

En los inicios de la materialización del Plan Integral de Saneamiento, el funcionamiento de la red se basó exclusivamente en criterios de estado locales. Las instalaciones existentes eran mayoritariamente aliviaderos para incorporar las redes unitarias de saneamiento a la nueva red primaria que conducía las aguas residuales a la EDAR. Además, existían bombeos cuya función era, básicamente, la de salvar la cota geométrica existente.

La regulación de las compuertas de los aliviaderos se basaba en el estado de 2 consignas: el llenado en el colector inmediatamente aguas abajo y el llenado en el aliviadero. De manera general, la compuerta regulaba cuando el llenado del colector alcanzaba los $\frac{3}{4}$ del calado.



Con el paso de los años se comenzaron a implementar pequeños tanques de tormentas en algunos aliviaderos y bombeos para almacenar lluvias de las cuencas servidas con un período de retorno incluso superior a los 10 años. Para ello se modelizaron las cuencas y, nuevamente en función del llenado del colector y la regulación de la compuerta en el caso de los aliviaderos, se dimensionaron los tanques.

Asimismo, en ciertos tramos se implementaron compuertas de regulación en línea que permitían almacenar el agua en el propio colector, dejando pasar el caudal de diseño previsto para cada tramo con objeto de optimizar el llenado del tramo aguas abajo. En cualquier caso, el control de la regulación se basaba en el estado de llenado del tramo aguas abajo exclusivamente.

A pesar de lo anterior, el volumen aliviado es elevado y se ha tratado de minimizar en la medida de las posibilidades de la red mediante la operación en manual desde el PCC en tiempo de lluvia, que permiten almacenar grandes cantidades de agua según el momento del episodio y las condiciones de llenado de la red, con el objetivo de minimizar el número de alivios al medio receptor.

Por ello se han establecido protocolos sucesivos de funcionamiento en tiempo de lluvia, que tratan de coordinar el funcionamiento de la EDAR y las instalaciones de la red para controlar el caudal circulante y minimizar el impacto de los desbordamientos. La filosofía de este protocolo asimismo también evoluciona conforme a las exigencias medioambientales y a la disponibilidad de nuevas instalaciones para almacenamiento. Son actuaciones fuera del automatismo de la instalación en las que el operador opera la instalación en MAN.

Sin embargo, la ingente cantidad de datos disponibles, así como la elevada variabilidad de escenarios supone una fuerte limitación para abordar su análisis y se considera necesario la utilización de técnicas de análisis de big data, software, redes neuronales, etc que permitan una correcta caracterización del comportamiento del sistema y el desarrollo de herramientas para ayuda a la decisión, dado que:

- El rendimiento óptimo requiere un conocimiento profundo de los sistemas de saneamiento en condiciones variadas.
- Los datos que reflejen el rendimiento del sistema bajo condiciones variadas deben ser gestionados eficazmente.
- Los datos rinden mayor valor cuando se integran con otros sistemas como SCADAs y modelos hidráulicos en tiempo real y se permite evaluar en tiempo real proporcionando un conocimiento adicional a las operaciones de la explotación y la ingeniería.
- Para extraer el máximo valor de los activos de almacenamiento, transporte y tratamiento se requiere de sistemas coordinados a nivel global.

4. REQUISITOS

Este sistema de ayuda a la decisión implicará la prestación de servicios de consultoría y el diseño e integración de una aplicación para la gestión inteligente de redes de saneamiento (hardware y sensores).



El adjudicatario deberá desarrollar e implementar un sistema propio debido a la especificidad y complejidad del mismo.

4.1. REQUISITOS TÉCNICOS

A partir de los datos de GIS, del modelo matemático de la red de saneamiento, de los datos SCADA, de los datos meteorológicos, etc deberá:

- Proporcionar una respuesta operacional inmediata, que origine eventos y avisos al operador del PCC, indicando las acciones recomendadas a tomar en cada momento. Los eventos detectados deberán ser:
 - Fugas
 - Intrusión salina
 - Intrusión aguas parásitas
 - Pérdidas
 - Anomalías de caudal
 - Fallos en datos
 - Reboses
 - Anomalías de nivel
- Posibilitar las simulaciones, fuera de línea, de manera que la herramienta pueda ser utilizada para ejecutar escenarios hipotéticos tanto para la formación de operadores así como el análisis forense de episodios de lluvias intensas anteriores.
- Posibilitar el diseño de estrategias de control coordinada que maximice la utilización de las instalaciones de la red de Saneamiento existentes, así como permita la simulación al incorporar nuevas instalaciones futuras.
- Posibilitar una mejor gestión de la instrumentación de la red de Saneamiento para caracterizar con precisión las condiciones actuales del sistema, así como permitir la caracterización de la respuesta del sistema ante diversas condiciones meteorológicas e informar a los modelos del sistema para reducir la incertidumbre.
- Proporcionar una visualización del sistema de saneamiento tanto como instrumento operacional como de comunicación.

Toda la documentación y herramientas desarrolladas se realizarán en español.

4.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

El sistema deberá estar basado en la nube, y permitir usuarios ilimitados, volúmenes de datos ilimitados, y conexión a un número ilimitado de sensores.

Se incluirán en el objeto los servicios en nube de responsabilidad del adjudicatario: Implementación y formación; soporte técnico de todos los módulos integrados de la solución en nube; orientación de uso; y supervisión del rendimiento técnico de TI.



El sistema garantizará la conectividad y sincronía con las siguientes fuentes de datos del CABB: GIS, órdenes de trabajo, SCADA, otra telemetría de red, facturación, telelectura, modelos de red, cartografía de la empresa, entre otros.

El adjudicatario no accederá directamente a los sistemas de información del CABB sino que recogerá los datos a través de un sistema intermedio de intercambio de la información generada que incluirá el adjudicatario en su oferta.

El sistema garantizará la conectividad y sincronía con las siguientes fuentes de datos públicas: Modelo Digital de Terreno (DEM NASA), Población (Censos), Edificios (Open Street Maps, Catastro Nacional de España), Pluviometría y Temperatura, entre otros.

La seguridad de almacenamiento de información de los datos debe hacerse en servidores dedicados en Europa con el fin de proteger su privacidad. El sistema debe configurarse en un entorno servidor dedicado, seguro y gestionado exclusivamente por el Proveedor. El sistema de información debe estar alojado en un centro de datos certificado.

El adjudicatario deberá responsabilizarse de las copias de seguridad y su restauración.

El adjudicatario debe reconocer la propiedad de los datos y resultados generados como de la Entidad Contratante. El adjudicatario garantizará la confidencialidad de toda la información de la Entidad Contratante como de todos los datos recibidos.

Las actualizaciones (upgrades) y el mantenimiento de las funcionalidades implementadas en el sistema deberán estar disponibles para uso de la Entidad Contratante sin coste adicional.

El adjudicatario debe especificar, en la medida de lo posible, una escala de las interrupciones de servicio necesarias para efectuar mantenimiento y actualización del software con al menos 1 mes de antelación.

5. TAREAS

Se prevé que el programa se desarrolle e implemente a lo largo de un período de varios años para que a medida que el conocimiento del sistema aumente y evolucione, se demuestre su efectividad en relación al objeto del contrato.

Las tareas identificadas a continuación se proporcionan como base para el programa del sistema de apoyo a la toma de decisiones en tiempo real, aunque podrán evolucionar a medida que se adquieran conocimientos en el curso del programa. Al disponer de tareas interrelacionadas, algunas tareas dependerán de la finalización de otras.



5.1. GESTIÓN

El adjudicatario utilizará las herramientas y los procesos adecuados para gestionar y hacer un seguimiento del calendario y el presupuesto del programa, a fin de garantizar que los resultados se cumplan a tiempo y dentro del presupuesto permitido. Esta tarea incluirá el tiempo y los recursos necesarios para preparar la facturación y los informes de progreso.

El adjudicatario preparará, al menos una vez al año y con mayor frecuencia si es necesario, un Plan de Trabajo que describa los objetivos y los productos a entregar para los próximos 12 meses.

La elaboración del Plan de Trabajo se hará en coordinación con el CABB y estará sujeta a la aprobación de éste antes de que comience el trabajo.

Se realizarán reuniones de seguimiento periódicas a definir en base al Plan de Trabajos en las que el adjudicatario deberá presentar cuantos informes de seguimiento sean necesarios.

5.2. INSTRUMENTACIÓN Y DATOS

El adjudicatario utilizará los datos reportados por la extensa red de sensores de nivel, caudal, conductividad y pluviometría del CABB implantada en el sistema a estudiar. El CABB se encargará de la calibración y puesta a punto de todos los sensores.

El adjudicatario podrá proponer la implementación de algún sensor más que considere relevante para cumplir con los objetivos deseado. Comprobada la necesidad de estos sensores complementarios, el CABB los asumirá como parte de los activos de la red primaria de saneamiento a todos los efectos.

El adjudicatario deberá establecer procedimientos y procesos de Garantía de Calidad/Control de Calidad para asegurar un 85% o más de tiempo de funcionamiento de los datos de la red de sensores.

5.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA Y ANÁLISIS DE DATOS

Incluirá una plataforma integrada que procese los datos disponibles de múltiples sistemas para caracterizar el rendimiento del sistema y proporcionar inteligencia procesable a la dirección, la ingeniería y las operaciones.

La plataforma incluirá herramientas, algoritmos e informes para mejorar las operaciones e informar la toma de decisiones. Los objetivos y el desarrollo de nuevas aplicaciones se desarrollarán en coordinación con CABB. Esta proporcionará:

- Visualizaciones de sistemas que proporcionen una comprensión rápida e intuitiva de las condiciones en tiempo real en todo el sistema de recolección y la cuenca urbana. La plataforma utilizada mostrará, como mínimo, la siguiente información:



- Trazado de series cronológicas de múltiples sensores y puntos de datos en un solo gráfico.
 - Control de calidad de los datos monitorizados.
 - Perfilador de tuberías.
 - Diagramas de Números de Manning.
 - Evaluando la deposición de arena y proporcionando alertas prioritarias.
 - Evaluar los posibles atascos y dar alertas.
 - Evaluar las condiciones de flujo para identificar las desviaciones de las condiciones normales y esperadas, y proporcionar alertas.
 - Caracterizaciones de la infiltración y la entrada (I/I).
 - Visualizaciones del sistema que proporcionan información resumida sobre el rendimiento del sistema.
- Aplicaciones de Inteligencia Artificial que aprovechan los datos de los sensores del mundo real para calibrar mejor y aumentar la eficacia de los modelos del sistema y mejorar el rendimiento del sistema de ayuda a la decisión.
 - Generación de informes de Indicadores Claves de Rendimiento (KPI), como número y volúmenes de desbordamiento, así como la caracterización de tormentas considerando los volúmenes, duraciones e intensidades de las precipitaciones para eventos individuales. Puede incluir la automatización de la presentación de informes para los requisitos reglamentarios.
 - Cuadros de mando diseñados conjuntamente con las operaciones, que asesoran sobre las medidas a tomar con los activos controlables del sistema, como compuertas, válvulas, bombas, depósitos, túneles y sistemas de tratamiento.
 - Formación y mejora continua del sistema de ayuda a la decisión a través de una retroalimentación continua y sesiones de formación programadas con operaciones, ingeniería y liderazgo.

5.4. CONVERGENCIA DE DATOS/MODELO

El adjudicatario desarrollará un modelo operacional que funciona en tiempo real o casi en tiempo real y está integrado con los datos de la instrumentación en tiempo real.

El modelo en tiempo real se ejecutará en la plataforma integrada. El modelo operacional se desarrollará utilizando los atributos hidrológicos e hidráulicos del modelo, pero podrá funcionar utilizando un software alternativo que incluya el SWMM de la EPA y aplicaciones de inteligencia artificial. Los datos y las herramientas desarrolladas podrán utilizarse para mejorar la calibración del modelo de tiempo real. La tarea de convergencia de datos/modelo se utilizará para mejorar las herramientas desarrolladas, así como para proporcionar una salida del modelo en tiempo real en comparación con los datos de los sensores de campo.

5.5. PREDICCIÓN Y PREVISIÓN

Para mejorar la toma de decisiones operacionales, el modelo en tiempo real se ampliará para incluir



la capacidad de predicción futura a partir de la información sobre el pronóstico de las precipitaciones. El horizonte temporal necesario para cumplir la predicción se basará en los objetivos definidos en colaboración con CABB.

Las predicciones pueden basarse en las condiciones de flujo observadas, en datos de pluviómetros o en la utilización de pronósticos de conjuntos meteorológicos, según sea necesario. Las fuentes de datos de predicción y previsión se combinarán con el o los modelos operacionales desarrollados, según sea necesario. Las capacidades de predicción se utilizarán en coordinación con la instrumentación disponible y las estrategias de estudio para cumplir los objetivos definidos.

5.6. ESTRATEGIA DE CONTROL COORDINADA A NIVEL GLOBAL

En función de las directrices medioambientales que marque el CABB, se diseñarán, implementarán y comprobarán estrategias para optimizar globalmente todo el sistema de Saneamiento.

Actualmente se considera condiciones de contorno prioritarias:

- La protección de las áreas de baño
- La protección de las áreas recreativas
- La minimización del impacto ecológico de los desbordamientos
- La optimización del funcionamiento de los bombeos de cabecera de la EDAR y Lamiako

Los objetivos de esta tarea se determinarán como parte del desarrollo del plan de trabajo y se prevé que esta tarea evolucionará a medida que se recojan y analicen más datos. Esta tarea incluirá:

- Identificar, catalogar y desarrollar estrategias de control para lograr los KPI establecidos por la CABB para optimizar el rendimiento del sistema en las condiciones actuales y para las condiciones futuras.
- Desarrollar y evaluar alternativas para condiciones futuras utilizando el control coordinado como un componente fundamental del proceso de planificación.
- Proporcionar servicios de apoyo al diseño para la aplicación de estrategias de control coordinadas.
- Proporcionar servicios durante la construcción de nuevas instalaciones para asegurar que las instalaciones cumplan con la intención del diseño.
- Proveer monitorización y adecuación de la implementación después de la construcción de las nuevas instalaciones para optimizar su desempeño en situaciones reales.
- Desarrollar materiales de formación (instrucciones, vídeos) y realizar sesiones de formación para todo el personal implicado.

6. PUESTA EN MARCHA



La empresa adjudicataria se encargará:

- La implementación e integración de toda la instrumentación en la plataforma del adjudicatario.
- La validación de los datos, informando de problemas y limitaciones de los mismos.
- La adaptación al sistema del modelo matemático, al SCADA y al GIS del CABB.
- La transferencia de manera automática y segura y de manera continuada de todos los datos de control.
- Del mantenimiento de equipos soporte y actualización de todos los programas del sistema

El sistema no debe requerir ninguna instalación de hardware ni software en las instalaciones del CABB.

El licitador deberá ofertar un plazo para la puesta en marcha que no deberá superar los tres meses, valorándose positivamente la reducción justificada de este plazo. En aquellas ofertas en el que la duración de la puesta en marcha sea inferior a ese período, el tiempo restante hasta completar los tres meses se destinará al uso de la herramienta.

7. ABONO DE LOS TRABAJOS

Los trabajos se irán abonando mensualmente mediante certificaciones en base al plan de trabajos para la duración del contrato que será aprobado al inicio del contrato y que englobará las tareas del punto 5.

El importe de cada certificación será el resultante del presupuesto de adjudicación dividido por 12. La primera certificación será tramitada el cuarto mes desde el inicio del contrato hasta terminar en el mes número 15.

8. PENALIZACIONES

Se contemplan las siguientes penalizaciones:

- Incumplimiento del plazo de la puesta en marcha ofertada. Cada mes de desvío por causas imputables al adjudicatario implicará una penalización que ascenderá a una doceava del importe de adjudicación (equivalente a un mes de certificación).
- El incumplimiento de los resultados de la herramienta de ayuda a la decisión respecto a los ofertados, se penalizarán en un importe proporcional al desvío incurrido, hasta un máximo del 50% de la certificación mensual.



9. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A PRESENTAR

Los licitantes redactarán los siguientes documentos:

- Funcionalidad completa del sistema de apoyo a la toma de decisiones en tiempo real
- Alcance del sistema ofertado (estrategia, pantallas, cuadro de mando).
- Arquitectura del sistema: (estructura, comunicación, sistema de intercambio de info)
- Planning de la puesta en marcha y soporte técnico

Sestao, julio de 2021

El Responsable del Contrato,

Fdo.: Iñaki González Ruiz.