

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS PARTICULARES QUE HA DE REGIR EL
PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS DE MODELIZACIÓN
AVANZADA Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DEPURACIÓN EN LA EDAR DE
SABADELL RIU-SEC.**

Actuación A006 A.8

N.º EXP. CP_A006_1

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

N.º EXP. CP_A006_1.....	1
1. ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETO DEL CONTRATO	3
3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS TRABAJOS.....	4
3.1. Desarrollo del modelo integral de simulación de proceso.....	4
3.1.1 Software y planteamiento general	4
3.1.2 Calibración y diagnóstico de la operación actual	4
3.1.3 Evaluación de estrategias de operación en la Línea R1	4
3.1.4 Herramienta de control y apoyo a la decisión (ROM)	5
3.2. Modelización CFD de unidades de proceso	5
3.2.1. Reactor biológico (Línea R1).....	5
3.2.2. Reactor biológico de membranas (MBR)	6
3.2.3. Decantación secundaria	6
3.2.4. Digestor anaerobio	6
3.3. Comprobaciones hidráulicas de la EDAR (sobreeixidors y alivios).....	7
3.4. Integración con SCADA y GEMELO DIGITAL.....	7
4. METODOLOGÍA MÍNIMA EXIGIBLE.....	7
5. ENTREGABLES	8
6. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	9
7. COORDINACIÓN Y REUNIONES	9
8. PROPIEDAD INTELECTUAL, CONFIDENCIALIDAD Y USO DE LOS RESULTADOS.....	10
9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	10

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Servicio de modelización avanzada y optimización del proceso de depuración en la EDAR de Sabadell Riu-Sec

1. ANTECEDENTES

El sistema de saneamiento de Sabadell está constituido principalmente por los dos sistemas hidráulicos que confluyen en las estaciones depuradoras de **Riu Sec** y **Riu Ripoll**, integrando colectores estructurales, colectores secundarios, estaciones de bombeo, by-pass de emergencia y puntos de vertido en episodios de lluvia.

Como gestor del sistema, Aigües de Sabadell requiere disponer de una modelización avanzada que le permita la optimización de los procesos de depuración.

2. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del presente contrato es la prestación de los servicios de **modelización avanzada, simulación numérica y optimización del proceso de depuración** en la EDAR de Sabadell Riu-Sec, incluyendo:

- El desarrollo y calibración de un **modelo integral de simulación de proceso de la EDAR** (wide-plant) con especial énfasis en la **Línea R1 del reactor biológico**.
- El desarrollo de **modelos de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)** en 3D y a escala real de los principales equipos y tanques de la instalación (reactor biológico R1, reactor biológico de membranas MBR, decantación secundaria y digestor anaerobio).
- La **comprobación hidráulica de la EDAR**, con especial atención a los elementos de sobreelevación/sobreeixidors, determinando el caudal máximo tratable y los posibles cuellos de botella hidráulicos.

El objetivo final es disponer de **herramientas de apoyo a la decisión** que permitan optimizar la explotación de la EDAR, reduciendo consumos energéticos, mejorando la calidad del efluente, optimizando la producción de biogás y minimizando problemas hidrodinámicos y de operación.

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS TRABAJOS

3.1. Desarrollo del modelo integral de simulación de proceso

3.1.1 Software y planteamiento general

- El adjudicatario desarrollará un modelo integral de la EDAR utilizando **software comercial de simulación de procesos de depuración de aguas residuales** (por ejemplo, BioWin o equivalente), que permita la modelización detallada de todas las etapas relevantes del tratamiento biológico, línea de agua y línea de fangos.
- El modelo deberá representar, como mínimo: pretratamiento simplificado, reactor biológico (con énfasis en la Línea R1), MBR, decantación secundaria, recirculaciones, línea de fangos y digestión anaerobia.

3.1.2 Calibración y diagnóstico de la operación actual

- Calibración del modelo a partir de **datos históricos de explotación** (caudales, cargas, SST, DQO, N, P, oxígeno disuelto, producción de fangos, producción de biogás, etc.).
- Ajuste de parámetros cinéticos, estequiométricos y de fraccionamiento del influente hasta reproducir razonablemente:
 - Calidad de efluente.
 - Producción de fangos.
 - Necesidades de aireación.
 - Producción de biogás y comportamiento de la digestión.
- Elaboración de un **informe de diagnóstico** de la operación actual, identificando limitaciones de proceso y márgenes de mejora.

3.1.3 Evaluación de estrategias de operación en la Línea R1

- Análisis de diferentes **escenarios operacionales** sobre el reactor biológico R1 (cambios en caudales de recirculación interna y externa, tiempos de retención, consigna de oxígeno, estrategias de nitrificación-desnitrificación, etc.).
- Evaluación de la influencia de las estrategias en:

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

- Eliminación de DQO, N y P.
- Consumos de aireación y energía.
- Producción de fangos y biogás.

3.1.4 Herramienta de control y apoyo a la decisión (ROM)

- A partir del modelo calibrado se desarrollará un **Modelo de Orden Reducido (ROM)** que permita, de forma sencilla, analizar el efecto de cambios en los principales parámetros operacionales.
- El ROM podrá implementarse en forma de:
 - Hoja de cálculo avanzada, aplicación sencilla o interfaz gráfica; y
 - Incluirá un número reducido de variables de entrada (caudales, cargas, consigna de OD, recirculaciones, etc.) y de salida (calidad del efluente, producción de fangos, energía, biogás, etc.).
- Se valorará la incorporación de un módulo de **control tipo “controller”** (por ejemplo, BW Controller o equivalente) que permita analizar distintos lazos de control y consignas.

3.2. Modelización CFD de unidades de proceso

El adjudicatario desarrollará **modelos CFD en 3D, a escala real y en régimen estacionario** (y transitorio cuando se justifique), para las siguientes unidades:

3.2.1. Reactor biológico (Línea R1)

- Modelo multifásico agua-aire con representación de:
 - Sistema de aireación (difusores o sistema existente).
 - Sistemas de agitación mecánica, vehiculadores y recirculaciones.
- Cálculo de:
 - Campos de velocidad y distribución de turbulencia.

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

- Gradientes de concentración de oxígeno disuelto y contaminantes.
- Volúmenes muertos, cortocircuitos hidráulicos y zonas de mala mezcla.
- Implementación de **submodelo bioquímico simplificado** que represente nitrificación/desnitrificación y consumo de sustrato, al menos a nivel de distribución de cargas.
- Propuesta de **mejoras de configuración y/o de operación** (reubicación o cambio de agitadores, recirculaciones, aireación, deflectores, etc.).

3.2.2. Reactor biológico de membranas (MBR)

- Modelo multifásico focalizado en:
 - Aireación en tanques de membranas.
 - **Cálculo del gradiente de velocidad** y esfuerzo cortante sobre los módulos de membrana.
- Identificación de zonas de baja velocidad y posible ensuciamiento, con propuestas de mejora (modificación de aireación, cambios geométricos o de operación).

3.2.3. Decantación secundaria

- Modelo multifásico agua-sólidos centrado en la **hidráulica y el comportamiento del manto de fangos**.
- Evaluación de:
 - Distribución de velocidades, cortocircuitos y zonas de re-suspensión.
 - Evolución del manto de fangos y rendimiento de eliminación de SST.
- Propuesta de mejoras (modificación de entradas, salidas, deflectores, etc.).

3.2.4. Digestor anaerobio

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

- Modelo multifásico centrado en la **hidráulica del digestor** y el comportamiento de los sistemas de agitación comerciales existentes.
- Consideración de la **reología del fango** mediante un submodelo de viscosidad en función del % de SST.
- Evaluación de:
 - Tiempos medios de residencia y tiempos de renovación.
 - Formación de zonas muertas y estratificación.
- Propuestas de mejora en la agitación y, en su caso, en la configuración interna.

3.3. Comprobaciones hidráulicas de la EDAR (sobreeixidors y alivios)

- Modelización 3D a escala real de los **sobreeixidors y elementos de alivio** presentes en la EDAR, para distintos caudales de entrada.
- Cálculo, como mínimo, de:
 - Caudal aliviado y caudal tratado para diferentes escenarios de entrada.
 - Tiempos de inicio y fin de alivio en función del caudal de entrada.
 - Identificación de **cuellos de botella hidráulicos** en líneas, canales o estructuras.
- Evaluación del efecto de elementos internos en los labios de los sobreeixidors (deflectores, rejillas, etc.) y propuesta de modificaciones para **minimizar los alivios sin comprometer la capacidad hidráulica**.

3.4. Integración con SCADA y GEMELO DIGITAL

- Se creará un enlace para acceder al modelo integral de la EDAR desde el Scada, el Gemelo digital. y el sistema de supervisión y control de Aigües Sabadell.
- Coordinación con el responsable del sistema SCADA.

4. METODOLOGÍA MÍNIMA EXIGIBLE

El adjudicatario deberá:

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

1. Utilizar **software CFD reconocido** en el sector (Ansys Fluent, OpenFOAM, COMSOL o equivalente) y justificar su idoneidad.
2. Definir claramente:
 - Geometría 3D empleada y simplificaciones asumidas.
 - Mallado (calidad, número de celdas, refinamientos locales).
 - Modelos de turbulencia, multifásicos y reología utilizados.
 - Condiciones de contorno, hipótesis y criterios de convergencia.
3. Realizar **sesiones de contraste** con personal técnico de la EDAR para validar hipótesis y resultados intermedios.
4. Documentar todos los modelos, simulaciones y resultados de manera que sean **reproducibles**.

5. ENTREGABLES

Como mínimo, el adjudicatario entregará:

1. **Plan de trabajo detallado**, con cronograma y responsables.
2. **Informe de modelo integral de proceso**, incluyendo:
 - Descripción del modelo, parámetros calibrados y calidad del ajuste.
 - Diagnóstico de la operación actual.
 - Resultados de los distintos escenarios simulados.
3. **Herramienta ROM / sistema de apoyo a la decisión**, con manual de uso y sesión de formación al personal de la EDAR.
4. **Informes CFD específicos** para cada unidad (R1, MBR, decantación, digestor), con:
 - Descripción de geometría, mallado y condiciones de contorno.

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

- Resultados (campos de velocidad, distribución de OD/contaminantes, tiempos de residencia, comportamiento del manto de fangos, etc.).
- Identificación de problemas y limitaciones.
- Propuestas de mejora y estimación cualitativa/ cuantitativa de su impacto.

5. Informe de comprobación hidráulica de la EDAR, con:

- Curvas de caudal tratado/caudal aliviado.
- Identificación y justificación de cuellos de botella.
- Propuestas de mejora.

6. Copia de los **archivos de modelo** (formato nativo del software y, cuando sea posible, formatos abiertos) y documentación asociada.

7. Presentación final ante la entidad contratante (en formato presencial o en línea) con resumen ejecutivo y conclusiones.

6. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo máximo de ejecución del contrato se fija el 31 de mayo de 2026

El adjudicatario deberá presentar un **cronograma detallado**, cinco días después de la firma del contrato.

7. COORDINACIÓN Y REUNIONES

- Se establecerá un **coordinador técnico** por parte de la entidad contratante y un **jefe de proyecto** por parte del adjudicatario.
- Se celebrarán, como mínimo:
 - Reunión de arranque.
 - Reunión de revisión de modelo de proceso.
 - Reunión de revisión de cada modelo CFD.
 - Reunión de cierre y presentación final.

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.

De cada reunión se levantará **acta**.

8. PROPIEDAD INTELECTUAL, CONFIDENCIALIDAD Y USO DE LOS RESULTADOS

- Todos los datos facilitados por la entidad contratante serán confidenciales.
- Los **resultados, informes, modelos calibrados y herramientas ROM** generados serán propiedad de la entidad contratante, que podrá utilizarlos sin restricciones en el ámbito de explotación de la EDAR.
- El adjudicatario necesitará autorización expresa para utilizar los resultados con fines comerciales o de difusión técnica.

9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los trabajos se considerarán aceptados cuando:

1. Se hayan entregado todos los **entregables** detallados en el apartado 5 con el nivel de detalle requerido.
2. Los **modelos de proceso y CFD** reproduzcan razonablemente el comportamiento medido en planta, según indicadores acordados en la fase de arranque (calidad de efluente, producción de fangos, campos de velocidad, tiempos de residencia, etc.).
3. Se hayan presentado y discutido las **propuestas de mejora** y su justificación técnica.
4. Se haya realizado la **sesión de formación** sobre el uso del ROM y de las herramientas suministradas.

En Sabadell, a fecha de firma electrónica

Sr. Lluís Jordan Bayod
Órgano de contratación
Companyia d'Aigües de Sabadell, S.A

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) | Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Proyecto seleccionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico | Cofinanciación por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) en el marco de la tercera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua.