

Pliego de Prescripciones Técnicas de la reposición de las bombas de recirculación externa de la E.D.A.R. del Baix Llobregat - DPRAT2502.

-AIGÜES DE BARCELONA-

ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL	5
2.1. Descripción general	5
2.2. Evolución del sistema de recirculación de fangos	5
2.3. Configuración actual del sistema de recirculación	7
2.4. Necesidades identificadas	10
3. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	10
4. ALCANCE	11
4.1. Planificación	11
4.2. Pruebas hidráulicas individuales y actividades previas críticas	14
4.3. Sustitución de bombas e instalación e instrumentación	16
4.4. Electricidad y control	19
5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	23
6. NORMAS, INSTRUCCIONES Y DISPOSICIONES APLICABLES	26
7. CRONOGRAMA	29
7.1. Hitos	29
8. ESPECIFICACIONES Y CONDICIONES PARTICULARES	30
8.1. Recursos humanos y organizativos	30
8.2. Materiales, equipos y suministros	31
8.3. Seguimiento documental y comunicaciones	33
9. GESTIÓN DE RESIDUOS	33
10. ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN	34
10.1. Documentación a presentar con la oferta	34
10.2. Documentación de detalle (antes del suministro / instalación)	35
10.3. Documentación durante la obra	35
10.4. Documentación final de obra y puesta en marcha	35
11. PRESUPUESTO	36
12. GARANTÍA	38

13. ANEXOS	39
13.1. Anexo 1 Cronograma	40
13.2. Anexo 2 Ficha técnicas.....	41
13.3. Anexo 3 Matriz de señales	42
13.4. Anexo 4 Plan de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.....	44
13.5. Anexo 5 Planos y documentación de proyecto original.....	47

1. Objeto

El objeto del presente pliego es definir las prescripciones técnicas y de calidad para la reposición integral de las bombas de recirculación externa de fangos biológicos en la E.D.A.R. del Baix Llobregat, así como para la instalación y puesta en marcha de la instrumentación y sistemas de control asociados.

La actuación comprende el suministro, instalación, conexionado, integración y puesta en marcha de:

1. 14 bombas axiales sumergibles de 37 kW, con características hidráulicas y constructivas detalladas en este pliego.
2. Un caudalímetro electromagnético para las pruebas individuales de las bombas.
3. Sensores de nivel tipo radar, uno por cada cámara inferior y uno en la cámara superior de cada torre.
4. La sustitución de un variador de frecuencia modelo SD750 de 37 kW o equivalente, además de la reprogramación, integración y validación funcional de los variadores existentes.
5. Todos los elementos accesorios, materiales de instalación, cableados, bandejas, protecciones, sistemas de anclaje y soporte, así como la integración total en el sistema de control y telemando SCADA de la planta.

La actuación debe garantizar el pleno cumplimiento de los requerimientos técnicos, ambientales y de seguridad definidos en la legislación vigente, la normativa interna de Aigües de Barcelona y las mejores prácticas del sector.

2. Antecedentes y Estado Actual

2.1. Descripción general

La E.D.A.R. del Baix Llobregat entró en funcionamiento en el año 2002. Ocupa una superficie de 37 hectáreas y puede llegar a tratar un caudal de 420.000 m³/d, lo que representa dar servicio a una población aproximada de 1.700.000 habitantes equivalentes.

Trata las aguas residuales del 25% de la ciudad de Barcelona, así como las de los municipios de Cornellà de Llobregat, el Prat de Llobregat, Esplugues de Llobregat, l'Hospitalet de Llobregat, Sant Joan Despí, Sant Boi de Llobregat (parcialmente), Santa Coloma de Cervelló y Sant Just Desvern (parcialmente). Dispone de tratamiento de eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y de una estación de regeneración de aguas (ERA).

Está situada en Passeig Pratenc-Carretera 100, 252, El Prat de Llobregat, Barcelona, justo al lado del río Llobregat.



Il·lustració 1 – Ubicació torres de recirculació

2.2. Evolución del sistema de recirculación de fangos

En el año 2017, la instalación contaba con 14 bombas axiales sumergidas de 40 kW destinadas a la recirculación externa de fangos. Tras 15 años de operación continua, estas bombas comenzaron a presentar problemas de eficiencia y fiabilidad. Por las circunstancias del momento, se optó por una solución orientada a la eficiencia energética. Esta mejora se implementó en dos fases: en 2017 se sustituyeron 7 bombas por unidades más eficientes de 11 kW, y posteriormente, en 2020, se instalaron otras 7 bombas de 15 kW, reemplazando algunas de las unidades de menor potencia previamente instaladas.

Como consecuencia de esta diferencia entre bombas se pueden observar diferentes formas y velocidades a la salida de estas:



Ilustración 2. Bomba con alta viscosidad



Ilustración 3. Diferencia de densidades de bombeo

Las bombas están equipadas con variadores de frecuencia para el control del caudal de bombeo. Sin embargo, como se evidencia en las gráficas anteriores, únicamente las bombas de 37 kW tienen la capacidad real de realizar ajustes en su frecuencia de funcionamiento. Mientras que, las bombas de menor potencia (11 kW y 15 kW) presentan importantes limitaciones en su capacidad hidráulica que impiden el aprovechamiento efectivo de esta regulación, lo que resulta en una operación prácticamente fija sin posibilidad de ajuste, comprometiendo así la flexibilidad operativa del sistema de recirculación.



Ilustración 4. Variadores de frecuencia existentes



Ilustración 5. Modelo del variador instalado

Las modificaciones realizadas han generado las siguientes consecuencias operativas:

- Una significativa limitación en el caudal de recirculación, que afecta a la capacidad operativa del sistema en escenarios de alta carga.
- Problemas de rendimiento en determinadas bombas, que presentan dificultades para alcanzar la altura manométrica requerida cuando se producen incrementos en la concentración de sólidos del fango a recircular.
- Incompatibilidad de la configuración actual con futuras mejoras previstas en la planta, (p. ej., sistema inDENSE®), lo que compromete la capacidad de actualización y optimización de la instalación.

2.3. Configuración actual del sistema de recirculación

La planta dispone de 14 decantadores secundarios alimentados por 4 torres de recirculación (2 por línea: lado Barcelona y lado Prat).



Ilustración 6. Vista aérea de los 14 decantadores y localización de las 4 torres de recirculación

En la siguiente imagen se puede ver los 14 decantadores y las 4 torres de recirculación de fangos donde está ubicadas las bombas de recirculación:

Cada torre consta de dos compartimentos:

- Un depósito donde llegan los flotantes de los decantadores y son bombeados a espesamiento de fangos.
- Un depósito donde llegan los fangos decantados, una parte es recirculada en los reactores biológicos y otra parte se bombea al depósito de flotantes, donde serán bombeados a espesamiento.

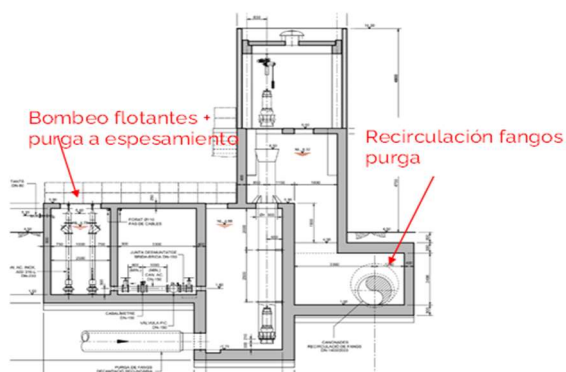


Ilustración 7. Sección de torre de recirculación



Ilustración 8. Vista torre individual

2.3.1. Inventario y distribución de bombas existentes

La distribución de las bombas de recirculación, las cuales son objeto de este pliego, según las torres de recirculación es la siguiente:

LADO BARCELONA

Torre	Bombas recirculación	Potencia
A	A1	11 kW
	A2	11 kW
	A3	37 kW
	A4	11 kW
C	C1	37 kW
	C2	15 kW
	C3	15 kW

LADO PRAT

Torre	Bombas recirculación	Potencia
B	B1	15 kW
	B2	15 kW
	B3	15 kW
	B4	37 kW
D	D1	15 kW
	D2	15 kW
	D4	11 kW

2.3.2. Curvas de funcionamiento de las bombas existentes:

- Bombas de 37 kW:

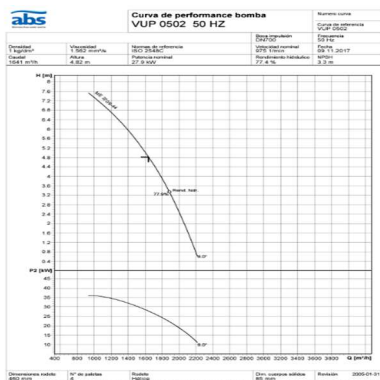


Ilustración 9. Curva de funcionamiento

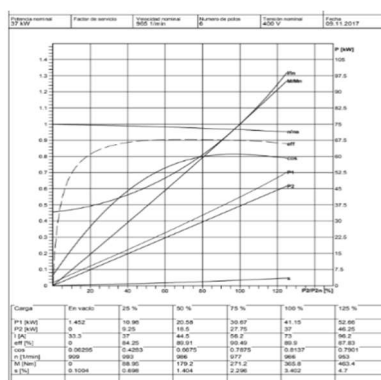


Ilustración 10. Curvas de rendimiento

- Bombas de 15 kW:

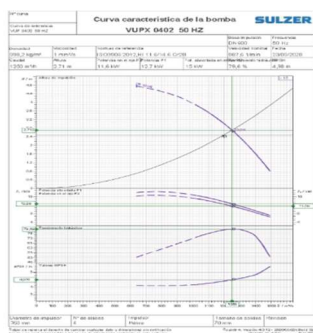


Ilustración 11. Curva de



Ilustración 12. Curvas de rendimiento

- Bombas de 11 kW:

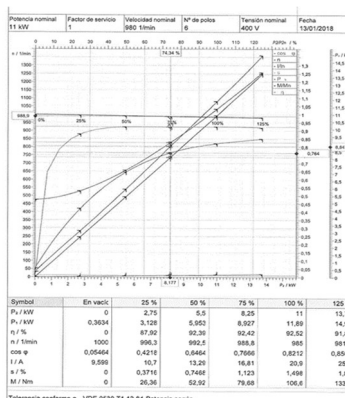
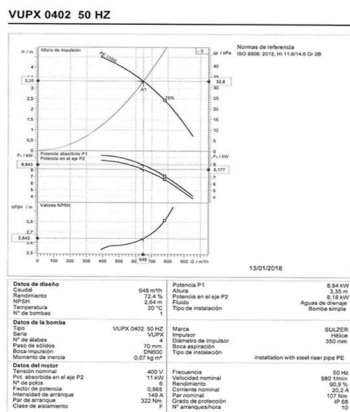


Ilustración 13. Curva de funcionamiento Ilustración 14. Curva de rendimiento

2.4. Necesidades identificadas

1. Restituir la capacidad hidráulica garantizando los caudales y las concentraciones de fango requeridas para los modos convencional y funcionamiento con inDENSE®.
2. Unificar tecnológicamente el parque de bombas e instrumentación para simplificar mantenimiento y repuestos.
3. Potenciar la monitorización en continuo, incorporando sensores radar que permitan verificar el rendimiento de cada bomba y detectar desviaciones de proceso con antelación

3. Descripción y funcionamiento del sistema

El proceso de depuración implementado en la E.D.A.R. Baix Llobregat sigue un proceso de fangos activos. El proceso de fangos activos constituye uno de los métodos biológicos más utilizados para el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales. Su objetivo principal es la eliminación de materia orgánica biodegradable, nitrógeno y fósforo mediante la acción de una biomasa microbiana suspendida en el licor mezcla. El sistema de fangos activos se compone, fundamentalmente, de los siguientes elementos:

Aireación: En este reactor biológico, el agua residual pretratada se mezcla con la biomasa activa (fango biológico) bajo condiciones aeróbicas. La aireación (mediante difusores, turbinas, etc.) asegura el suministro de oxígeno necesario para el metabolismo de los microorganismos, facilitando la degradación de la materia orgánica y el desarrollo de las reacciones biológicas de nitrificación y, cuando procede, desnitrificación.

Decantación secundaria: Tras la aireación, el licor mezcla se dirige al decantador secundario, donde se produce la separación sólido-líquido por gravedad. El fango biológico se sedimenta en

el fondo, mientras que el efluente clarificado se recoge en la parte superior para su vertido o tratamiento terciario.

Recirculación y extracción de fangos: Una parte del fango sedimentado en el decantador secundario se recircula al tanque de aireación para mantener una concentración adecuada de biomasa y asegurar la eficiencia del proceso. Esta recirculación, denominada recirculación externa de fangos, se realiza mediante bombas específicas de recirculación.

El exceso de fango (fango secundario o excedentario) se extrae del sistema para su posterior tratamiento y disposición.

El correcto funcionamiento del sistema de recirculación de fango biológico es fundamental para mantener el balance de sólidos, optimizar el proceso de eliminación de nutrientes y dotar a la línea biológica de una capacidad de ajuste flexible frente a variaciones de carga y de composición del afluente.

La E.D.A.R. del Baix Llobregat opera con una arquitectura de cuatro torres de recirculación (A, B, C, D), con fangos que presentan un contenido de sólidos de aproximadamente el 0,7% el cual puede verse incrementado con la futura implantación del sistema InDense, variando las características del fluido y variando también las necesidades de recirculación.

El sistema debe adaptarse tanto a funcionamiento convencional como a escenarios con tecnologías avanzadas (INDENSE), permitiendo la operación en diferentes puntos de consigna y condiciones hidráulicas.

4. Alcance

La presente actuación consiste principalmente en la sustitución de las bombas de recirculación existentes por nuevas unidades que se ajusten a las características de funcionamiento actual de la planta y sus futuras necesidades operativas. El alcance de esta actuación contempla los siguientes puntos:

4.1. Planificación

Para garantizar la correcta ejecución de los trabajos de sustitución de las 14 bombas de recirculación y sus correspondientes variadores, minimizando el impacto en el funcionamiento de la planta depuradora, el contratista deberá elaborar una planificación exhaustiva y detallada de todas las actuaciones a realizar.

Esta planificación se presentará en forma de documento técnico que incluirá la descripción pormenorizada de todas las fases de la actuación, estableciendo una secuencia lógica de trabajos que garantice la continuidad operativa de la instalación. El documento deberá actualizarse

semanalmente para reflejar el progreso real de los trabajos y las posibles desviaciones detectadas, permitiendo así una gestión proactiva de las incidencias.

Como parte fundamental del proyecto, el contratista desarrollará un procedimiento detallado de actuación que deberá ser expresamente aprobado por Aigües de Barcelona antes del inicio de cualquier trabajo. Este procedimiento describirá de manera precisa y clara la metodología a emplear en cada una de las fases de la actuación, prestando especial atención a:

- La secuencia de desmontaje de los equipos existentes, detallando los medios auxiliares necesarios y las medidas de seguridad específicas para trabajos en altura, manipulación de cargas mediante el polipasto existente, trabajo en espacios confinados, etc.
- El protocolo de instalación de los nuevos equipos, incluyendo las verificaciones previas necesarias, los procedimientos de montaje y conexionado, y los protocolos de pruebas y puesta en marcha. Estos procedimientos han de priorizar la minimización del impacto de la actuación en la operación de la planta. Este protocolo deberá ser validado por el responsable de la instalación (Aigües de Barcelona-AB).
- La gestión integral de los residuos generados, estableciendo los procedimientos de segregación, almacenamiento temporal y transporte a gestor autorizado, con la correspondiente documentación de trazabilidad.
- Los protocolos de coordinación con el personal de operación de la planta, definiendo los tiempos de parada necesarios para cada intervención y las medidas de contingencia previstas.
- Los procedimientos de control de calidad y verificación, incluyendo las pruebas de funcionamiento, mediciones de parámetros operativos y protocolos de aceptación.
- Previo a cualquier pedido o fabricación, el contratista deberá presentar para su aprobación por parte de Aigües de Barcelona una propuesta técnica detallada de las bombas a instalar, que incluirá como mínimo:

1. BOMBAS

1.1 Documentación Técnica:

- Ficha técnica completa del fabricante
- Curvas características (Q/H, NPSH, rendimiento, potencia)
- Planos dimensionales detallados
- Materiales de construcción
- Certificados y homologaciones.

1.2 Justificación Técnica:

- Cumplimiento de los parámetros de diseño requeridos
- Compatibilidad con la instalación existente
- Rendimientos garantizados
- Vida útil estimada
- Programa de mantenimiento recomendado

1.3 Estudio de Compatibilidad:

- Verificación dimensional con la instalación existente
- Análisis de la interfaz mecánica
- Compatibilidad con el sistema de extracción actual
- Adecuación al sistema de control existente

2. VARIADOR DE FRECUENCIA

De igual manera, se deberá presentar para su aprobación la propuesta técnica detallada del variador modelo SD750 de Power Electronics o equivalente, incluyendo:

2.1 Documentación Técnica:

- Especificaciones técnicas completas
- Dimensiones y requisitos de instalación
- Características eléctricas detalladas
- Protocolos de comunicación disponibles
- Certificados y homologaciones

2.2 Justificación Técnica:

- Adecuación a la potencia de las bombas
- Compatibilidad electromagnética
- Filtros y protecciones incluidas
- Eficiencia energética
- Vida útil estimada

2.3 Estudio de Compatibilidad:

- Integración con el sistema de control existente.
- Protocolos de comunicación
- Requisitos de refrigeración
- Adaptación al espacio disponible
- Compatibilidad con la instalación eléctrica actual

3. CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNETICO

3.1 Documentación Técnica:

- Ficha técnica completa del fabricante (sensor y convertidor).
- Curvas de calibración y precisión declaradas.
- Planos dimensionales detallados del sensor y de la unidad electrónica remota.
- Especificación de materiales de construcción (revestimiento, electrodos, carcasa).
- Certificados y homologaciones (CE, IEC 61010, ISO 9001, calibración).

3.2 Justificación Técnica:

- Cumplimiento de los parámetros de diseño (presión, temperatura, conductividad mínima).
- Compatibilidad con la instalación existente.
- Rendimientos garantizados en condiciones de aguas residuales con sólidos en suspensión.

- Vida útil estimada de componentes críticos.
- Programa de mantenimiento preventivo recomendado.

3.3 Estudio de Compatibilidad

- Verificación dimensional con la conducción existente (instalación sumergida, visor remoto, apto para fangos de aguas residuales urbanas).
- Análisis de la interfaz mecánica
- Compatibilidad eléctrica y de comunicaciones con el sistema de control.
- Adecuación del grado de protección a la zona de instalación.

4. MODIFICACIONES Y ADAPTACIONES

Para ambos equipos, en caso de ser necesarias modificaciones:

- Detalle técnico de las adaptaciones requeridas
- Planos de modificación
- Materiales a utilizar
- Procedimiento de ejecución
- Impacto en plazos

Todas las actuaciones se desarrollarán tomando como base lo establecido en el presente documento y cumpliendo estrictamente con la normativa técnica vigente aplicable. El contratista será responsable de verificar in situ todas las medidas y condiciones de la instalación, debiendo comunicar a la dirección facultativa cualquier discrepancia encontrada respecto a la documentación de proyecto para su resolución.

La planificación deberá ser lo suficientemente flexible para adaptarse a las necesidades operativas de la planta, pero manteniendo en todo momento el compromiso con los plazos de ejecución establecidos. Aigües de Barcelona se reserva el derecho de solicitar modificaciones o medidas adicionales en los procedimientos propuestos cuando lo considere necesario para garantizar la seguridad y el correcto desarrollo de los trabajos.

Toda la documentación generada durante la ejecución de los trabajos, incluyendo certificados, protocolos de pruebas y registros de gestión de residuos, será incorporada al dossier final de obra que se entregará a la finalización de los trabajos.

4.2. Pruebas hidráulicas individuales y actividades previas críticas

Como paso previo a la sustitución de equipos, y para garantizar que las nuevas bombas cumplen los requerimientos hidráulicos y energéticos en condiciones reales, se ejecutará la comprobación individual de las bombas para lo cual el adjudicatario presentará un procedimiento detallado del mismo.

4.2.1. Instalación del caudalímetro electromagnético:

La primera fase crítica del procedimiento constructivo será la instalación del nuevo caudalímetro electromagnético, para lo cual resultará imprescindible el vaciado controlado del decantador asociado. El procedimiento será el siguiente:

- Será entre el personal responsable de planta y la Dirección de Obra quienes decidan en que torre y tubería de recirculación se realizarán las pruebas hidráulicas.
- Para ello será necesario el vaciado controlado del decantador y la cámara donde se instalará el caudalímetro, tratándose de una actividad crítica de alto impacto operativo, que se programará en estrecha coordinación. Será el personal propio de la explotación quien realice esta tarea.
- En caso ser necesario el vaciado de los últimos centímetros de agua y planta no sea capaz de realizarlo con los equipos instalados, será a cargo del contratista este último vaciado, así como la limpieza necesaria para poder trabajar en el lugar respetando las normativas de seguridad y salud.
- Los trabajos en espacio confinado se realizarán bajo estrictas medidas de seguridad y supervisión.
- Una vez instalado el caudalímetro y validada su puesta en servicio, se procederá a la fase de pruebas.

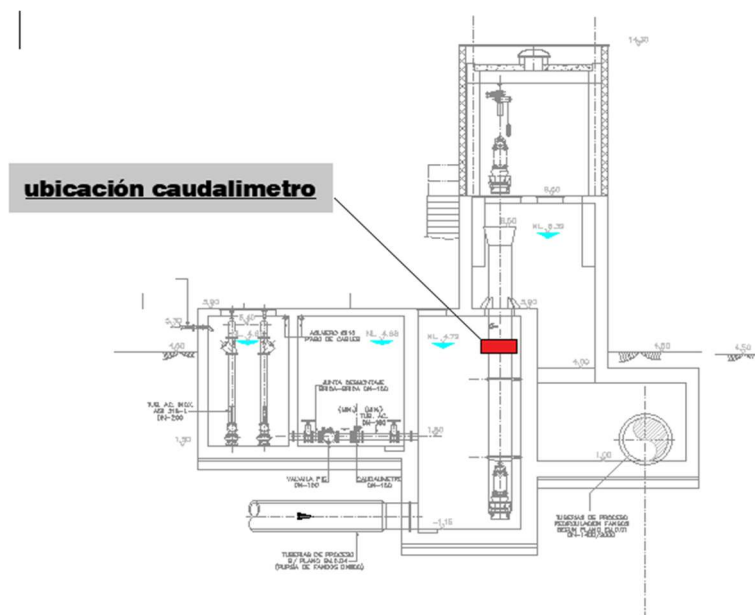


Ilustración 15. Ubicación de caudalímetro en sección

4.2.2. Secuencia de pruebas individuales de bombas:

- Las pruebas hidráulicas se realizarán una a una, instalando temporalmente cada bomba nueva en la tubería equipada con el caudalímetro.

- Cada ciclo de prueba incluirá la instalación, prueba hidráulica exhaustiva (medición de curva Q-H, consumo, respuesta a variador, señales SCADA, alarmas y comportamiento mecánico) y la retirada de la bomba para proceder con la siguiente.
- El resultado de cada prueba será documentado y aprobado por el responsable de planta antes de autorizar la instalación definitiva en su ubicación final.
- Este procedimiento garantiza que todas las bombas cumplen estrictamente los parámetros de diseño antes de entrar en operación.

A modo orientativo se puede establecer la siguiente relación:

1. Funcionamiento con condiciones actuales:
 - Caudal unitario por bomba $\approx 700 - 1.700 \text{ m}^3/\text{h}$
(ha de cumplir el abanico completo de caudales)
 - Concentración de sólidos $\approx 0,7\% - 1,1\%$
2. Funcionamiento con InDense:
 - Caudal unitario por bomba $\approx 800 - 1.600 \text{ m}^3/\text{h}$
(ha de cumplir el abanico completo de caudales)
 - Concentración de sólidos $\approx 2\% - 3\%$

4.2.3. Criterios de aceptación hidráulica

- Cada bomba deberá superar en FAT y SAT los criterios indicados a continuación, medidos con caudalímetro electromagnético certificado y manometría calibrada:
- Curva Q-H: la curva medida deberá situarse dentro de $\pm 5\%$ en caudal y altura manométrica respecto a la curva garantizada por el fabricante en el rango $700-1.700 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Rendimiento hidráulico: el rendimiento máximo alcanzado no podrá ser inferior en más de 3 puntos porcentuales al garantizado (ISO 9906 Grado 1B).
- Potencia absorbida: $\leq 105\%$ de la potencia nominal declarada a caudal de diseño.
- Vibraciones: valores rms $\leq 40\%$ del límite de alerta según ISO 10816-3, categoría submarina.
- NPSH requerido: verificación de margen $\geq 1 \text{ m}$ entre NPSH a disponible en obra y NPSH r medido.
- Estabilidad térmica: aumento de temperatura del motor $< 30 \text{ K}$ sobre ambiente tras 6 h de ensayo a caudal nominal.
- El incumplimiento de cualquiera de estos parámetros implicará la repetición del ensayo tras la corrección pertinente o la sustitución de la unidad. Los resultados y gráficos deberán incorporarse al dossier FO06 Dossier de calidad.

4.3. Sustitución de bombas e instalación e instrumentación

Una vez validadas todas las bombas, se realizará la instalación definitiva de cada una en su posición correspondiente, con el fin de garantizar la continuidad operativa de la planta depuradora y mantener los parámetros de proceso dentro de los rangos establecidos, la sustitución de las bombas de recirculación se realizará mediante un procedimiento secuencial, el cual se deberá incluir en la programación y deberá ser aprobado. Dicho procedimiento tiene como requisito fundamental que en ningún momento podrá haber más de una bomba fuera de servicio, asegurando así la mínima interferencia en el funcionamiento del proceso de recirculación.

La metodología de sustitución se basará en la renovación completa de cada instalación de bomba de manera individual. Solo cuando una unidad esté completamente instalada, probada y en funcionamiento se podrá proceder al inicio de los trabajos en la siguiente unidad. Este proceso se repetirá de manera sistemática para las 14 bombas de recirculación.

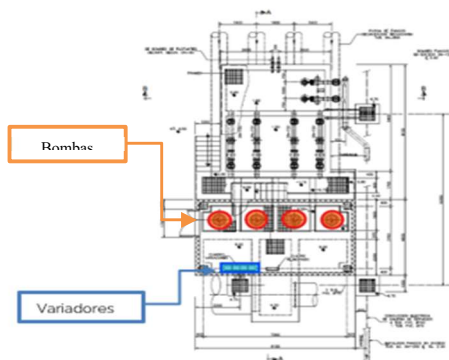


Ilustración 16. Bombas y variadores en planta de torre



Ilustración 17. Bomba existente

Todas las torres de recirculación disponen de polipasto y viga carril para la elevación y colocación de las bombas. Dicho equipo se pondrá a disposición, en caso de estar operativo, de la empresa instaladora con el fin de facilitar y economizar la instalación. No obstante, en caso de no estar en servicio o no poderse utilizar, la empresa adjudicataria ha de facilitar los medios para poder llevar a cabo estas tareas proceso.



Ilustración 18. Viga carril

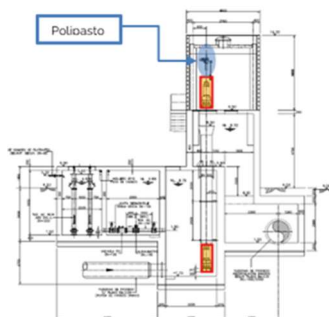


Ilustración 19. Ubicación de polipasto

El adjudicatario deberá proporcionar planos de la ubicación de los sensores radar y su procedimiento de instalación con el fin de que, tanto los de las cámaras inferiores como los de las cámaras superiores, se puedan instalar y realizar el mantenimiento sin necesidad de vaciar dichas cámaras a la par que garantizan una medición fidedigna.

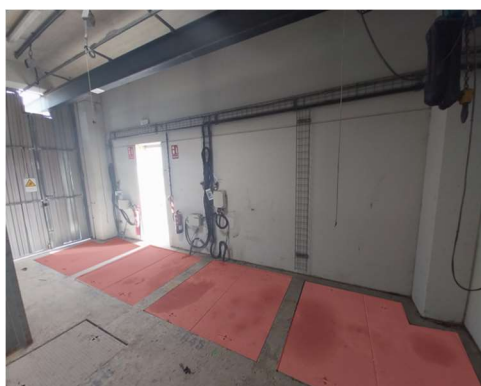


Ilustración 20. Ubicación tapas de inspección



Ilustración 21. Ancho tapa inspección

Cada sustitución culmina con una fase de pruebas y puesta en marcha individual de cada bomba, en la que se comprueba la ausencia de vibraciones, el correcto sentido de giro, el funcionamiento de todas las alarmas, el registro en el sistema SCADA y la fiabilidad de la señal del sensor de nivel radar. Se valida también el correcto funcionamiento de la lógica de control y el registro de parámetros en el sistema de supervisión. Solo una vez documentados y aceptados todos los parámetros de funcionamiento se procederá a liberar la línea para su operación normal y se programará la siguiente intervención en la torre, respetando en todo momento el requisito de que no haya más de una bomba fuera de servicio por torre.

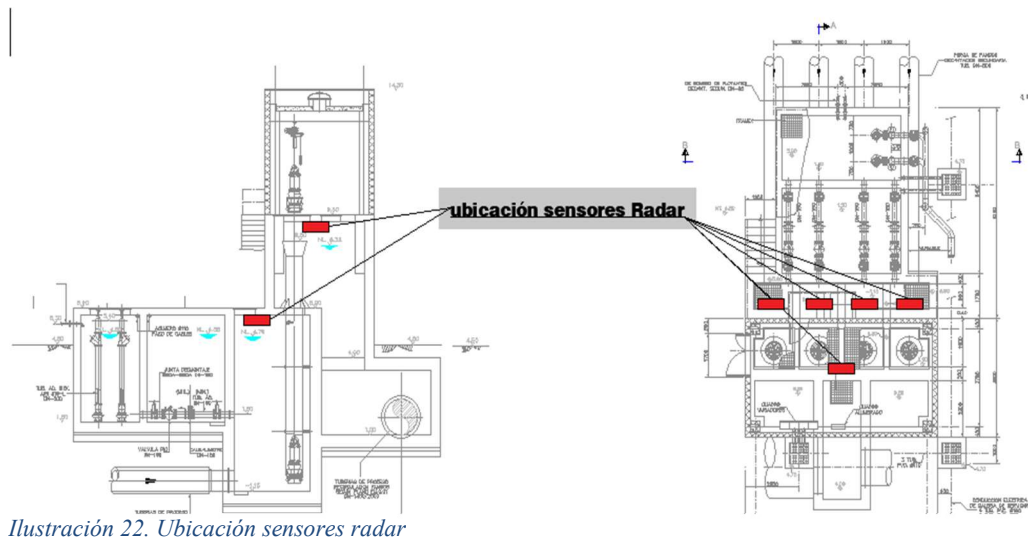


Ilustración 22. Ubicación sensores radar

Este procedimiento se repetirá de forma sistemática hasta la completa renovación de todas las bombas y la instalación de todos los sensores de nivel radar en cada cámara de impulsión, garantizando en todo momento la seguridad, la trazabilidad y la mínima afeción al proceso de depuración.

4.4. Electricidad y control

En lo relativo a la alimentación eléctrica de las bombas de recirculación, dado que se trata de una actuación de sustitución, la previsión será mantener la instalación eléctrica y de control existente hasta la caja de empalmes situada en las inmediaciones de cada cámara de impulsión.

El contratista procederá únicamente a la sustitución de los cables de potencia y control en los tramos comprendidos entre la caja de empalmes y la bomba, empleando cableado de tipo sumergible y de sección adecuada, con conexiones estancas y homologadas para ambientes húmedos/agresivos.

No obstante, si durante la inspección previa a la obra se detectara que los cables existentes presentan deterioros, pérdidas de aislamiento, secciones insuficientes o cualquier incompatibilidad con los nuevos equipos, el adjudicatario deberá informar a la Dirección Facultativa y proponer la sustitución completa o parcial de los tramos afectados, detallando la solución técnica y el impacto en plazo y coste.

En el caso de la nueva instrumentación (sensores de nivel radar), cuyo cableado de señal debe llegar hasta el cuadro de control o hasta el CCM (Centro de Control de Motores), el contratista deberá considerar:

El tendido se realizará preferentemente por las canalizaciones existentes, previa comprobación de su capacidad y estado.

Para las torres más alejadas (aprox. 120 metros al CCM), será imprescindible utilizar cableado apantallado de baja capacitancia y resistencia a interferencias, con sección y tipología adecuadas a la longitud, así como protecciones específicas frente a sobrecargas y descargas.

Previamente al inicio de la obra, el adjudicatario presentará una memoria técnica de detalle que incluirá:

- Verificación documental y fotográfica de las cajas de empalme y cableados existentes para las bombas.
- Propuesta de solución para los tramos que requieran renovación.
- Esquema de integración y recorrido de los cables de los sensores de nivel radar y caudalímetro hasta el CCM o cuadro de campo, con detalle de protecciones, dispositivos auxiliares y bornas.

Toda la instalación y conexionado deberá cumplir con la normativa vigente, las instrucciones internas de la planta y los requisitos de compatibilidad electromagnética y seguridad industrial. El correcto funcionamiento, tanto de las bombas como de los sensores, se verificará durante las pruebas de puesta en marcha, siendo condición indispensable para la aceptación de la instalación. Se detalla en este apartado la globalidad de la instalación eléctrica, de comunicaciones y control que hace falta llevar a cabo con el fin de alimentar, obtener y gestionar los datos generados en la totalidad de activos instalados: comunicaciones, trazado eléctrico y plataforma de control.



Ilustración 23. Cajas de empalme

El adjudicatario tendrá que realizar previamente a la ejecución de la obra una memoria técnica de detalle en que se especificarán las ubicaciones reales de la totalidad de los equipos propuestos en este pliego técnico, así como los trazados de los cables de potencia y comunicaciones: planos, distancias, recorridos, secciones, tipologías, etc. Será necesario también especificar los protocolos de comunicación y definir la arquitectura global.

4.4.1. Instalación eléctrica

Al tratarse de una sustitución se plantea conservar la alimentación eléctrica existente, cambiándose únicamente correspondientes protecciones, no obstante, se prevé la revisión del cableado y paramenta relacionada y la sustitución de aquello que pudiera estar en malas condiciones.

La alimentación para la nueva instrumentación se cogerá del cuadro eléctrico del biológico. Se deberá comprobar in situ la disponibilidad de espacio suficiente en los cuadros eléctricos existentes para la instalación de la paramenta necesaria para cada sensor radar de nivel (bornas, protección, fuente de alimentación, dispositivos auxiliares).

En caso de insuficiencia, el adjudicatario deberá proponer la instalación de subcuadro auxiliar, caja de derivación o redistribución del cuadro existente, garantizando la accesibilidad, seguridad y mantenimiento de la instrumentación instalada.

En caso de necesidad de suministrar y/o instalar cuadro(s) eléctrico(s) se tendrá que incluir:

- Las protecciones de sobreintensidad, cortocircuito, contactos indirectos y sus contactores.
- Los arrancadores y/o variadores, PLC's, periferia de I/O, panelViews y otros equipos, será Rockwell o con comunicación con esta marca y su protocolo.
- Paro de emergencia normativo, a pie de cada dispositivo (bombas, grupos oleos, agitadores, motores y cualquiera de estas características.) con soporte y protección IP65. Este, una vez pulsado no se podrá poner en funcionamiento el dispositivo, sino que tendrá que hacerse desde la botonera local o desde el SCADA mediante su puesta en servicio y tendrá que pasar por paro normal (UNE-EN ISO 13850) antes de poder ir a marcha.
- Control local, en CCM con mínimo de posiciones: marcha, paro, selector de local-0-remoto (manual-0-automático) y maniobra a través de PanelView.
- El material de los envoltentes será para ambiente corrosivo C4, galvanizado en caliente, inoxidable o plástico.
- Cables etiquetados con origen y destino según estándar Aigües de Barcelona.
- Como mínimo seguirá la norma completa, y sus guías técnicas, del REBT actual, incluyendo código de colores:

FUNCIÓN	IEC 60446
FASE R	
FASE S	
FASE T	
NEUTRO	
TIERRA	
MONOFASICO	

*Ilustración 24. Código de colores
tensión alterna*

- Los cables de tensión continua (12-24-48 VDC) serán positivo rojo y negativo negro.
- Los cables de señal serán de color naranja (se podrá evaluar otro diferente con justificación debida y aprobación de Aigües de Barcelona) que se diferencien deberán incluir, a través de anilla o similar, el número de pin del dispositivo.
- Los cables de tensión continua y señal nunca serán de una sección inferior a 1 mm².
- El envoltente (protección) de los cables será del tipo libre de halógenos, baja emisión de humos y no propagadores del fuego/llama conforme a norma UNE de estas características.
- El cuadro eléctrico podrá tener resistencia de caldeo y ventilador con conducción al exterior, a evaluar. IP mínimo IP52 de cualquier caja.
- Las entradas a los cuadros de los cables serán mediante tomas estancas tipo prensaestopas o similar.
- Se dejará al menos un 30% de espacio libre en los cuadros.
- Cada cuadro tendrá al menos una toma monofásica y luz interior.
- Algunos elementos se podrán reaprovechar como las bandejas y algunos cables, a evaluar con dirección de Aigües de Barcelona.
- Todos los elementos suministrados (eléctricos, mecánicos y estructuras) tendrán red equipotencial conectada a la red general de planta.
- En las zonas ATEX se suministrarán equipos e instrumentación acorde a directivas Aigües de Barcelona para estas zonas.
- Todos los accesorios o elementos o cualquier otro relacionado y necesario.
- Todo según estándares de Aigües de Barcelona.

4.4.2. Ingeniería y software

La E.D.A.R. Baix Llobregat funciona con PLCs SIEMENS y el SCADA WINCC. Actualmente se encuentra en un proyecto para cambiar todos los PLCs a Rockwell y el SCADA a Ignition. La implementación de este nuevo sistema aún no está definido y puede que coincida en el mismo tiempo que la instalación del Indense (objeto de este pliego). Por lo que si se hace la instalación del Indense antes de la migración, se deberá hacer del siguiente modo:

Habrà que hacer la puesta en marcha de todos y cada uno de los elementos de instrumentación. Una vez puestos en marcha, estos se tendrán que integrar en el sistema de control y visualización (SCADA). Para comunicar todos estos equipos con el sistema de control (SIEMENS), en el caso de los equipos con Ethernet IP, se tendrá que hacer a través de pasarela Ethernet IP/Profinet y posteriormente en una tarjeta o módulo CP Profinet instalada en el bastidor del PLC. Con respecto a los equipos que comuniquen vía 4-20mA, las señales se concentrarán en una periferia (IM) con comunicación Profinet ubicada al CCM y que también se tendrá que integrar en el sistema. La conexión se hará en el CCM de biológico y el PLC existente es un PLC 400 SIEMENS.

Todos los elementos que comuniquen con EthernetIP irán conectados a un switch stratix (la pasarela solo tiene un puerto ethernet, por lo que hará falta un switch modelo 1783-CMS10P)

En el sistema de visualización (SCADA), se tiene que actualizar la visualización y control de los elementos existentes con los correspondientes cambios de direcciones y todo lo que se pueda derivar, añadir los nuevos elementos de control y visualización y hacer las correspondientes pruebas de validación por el correcto funcionamiento.

En el caso que la instalación sea posterior a la migración, se deberá hacer acorde a los requerimientos de Rockwell e Ignition.

4.4.3. Plataforma de control

Actualmente, la plataforma de control de todo el sistema biológico existente es el CREApro de la marca Createch360º. La plataforma actual está preparada para la adquisición, gestión adelantada y la representación de los datos, gestión energética, alarmas y acontecimientos personalizados, generación de informes, paneles de control e indicadores.

Se propone actualizar esta plataforma para la totalidad de los nuevos datos generados a través del conjunto de la nueva instrumentación y equipos que se instalarán.

En concreto, representará incrementar la capacidad de confiabilidad de los niveles de calidad del vertido y mejoras a nivel de consumo específicos al poder ajustar la operativa con un grado de conocimiento del sistema biológico y de fangos.

La documentación técnica incluida en el presente pliego de prescripciones técnicas (planos, esquemas, memoria, etc.) presenta un planteamiento conceptual y su detalle puede diferir mínimamente de la realidad.

5. Especificaciones técnicas

5.1. BOMBAS SUMERGIBLES TIPO AXIAL

Los sistemas de bombeo deberán estar diseñados para operar con un rango de caudales entre 700 m³/h y 1.700 m³/h, y una altura manométrica total de 4 m. El funcionamiento será continuo, bajo condiciones variables de concentración del licor mezcla y con número variable de decantadores secundarios en servicio. El fluido bombeado presentará una

viscosidad comprendida entre 1,005 mm²/s y 200 mm²/s, y una densidad entre 998,3 y 1.048 kg/m³, conforme a las condiciones de diseño aportadas.

● **CARACTERÍSTICAS**

- Modelo: Sulzer VUPX0502 o equivalente
- Tipo: Axial sumergida
- Tipo de instalación: vertical en tubo de acero, con acoplamiento cónico automático
- Diámetro tubería de instalación: DN700
- Caudal nominal: 1.680 m³/h
- Altura manométrica: 4 m
- Paso de sólidos: ≥ 85 mm
- Fluido a bombear: Fangos secundarios decantados
- Diámetro de hélice: 460 mm
- Número de álabes: 4
- Ángulo de hélice: 8º
- Potencia en el eje (P2): ≤ 27,5 kW
- Potencia absorbida (P1): ≤ 27,4 kW
- Rendimiento hidráulico: ≥ 69,9 %
- Velocidad nominal: 979 rpm
- NPSH requerido: ≤ 3,3 m
- Normativa: ISO 9906 Grado 1B

● **MATERIALES**

- Hélice: acero inox. 1.4340 (opción 1.4581)
- Alojamiento de hélice: fundición EN-GJS-400-18
- Junta mecánica: SiC/SiC
- Anillos de desgaste: acero inox. 1.4008 (opción 1.4408)
- Eje motor: 1.4021 (opción 1.4462)
- Cable: H07RN8-F, longitud mínima 15 m

- ACCIONAMIENTO

- Tipo: motor asíncrono trifásico, encapsulado
- Potencia nominal: 37 kW
- Tensión: 400 V, 50 Hz
- Clase de aislamiento: H (140 °C), con sonda térmica integrada
- Grado de protección: IP68
- Intensidad de arranque: 427 A
- Par de arranque: 794 Nm
- Frecuencia de arranque: máx. 15/hora
- Rendimiento motor: > 93 %
- Tipo de arranque: directo, estrella-triángulo o mediante VFD

5.2. VARIADOR DE FRECUENCIA (VFD)

- Tensión de alimentación: 400 V \pm 10 %, 50 Hz
- Potencia nominal: \geq 37 kW
- Frecuencia de salida: 30 a 50 Hz (ajustable hasta 60 Hz)
- Clase de protección: IP55
- Entradas/salidas: analógicas 4-20 mA / 0-10 V, digitales, relés
- Comunicación: EtherNet/IP, compatible con SCADA (a confirmar en fase de aprobación de especificaciones)
- Protecciones: sobrecarga, fallo tierra, sobrecalentamiento, fallo de fase
- Capacidad de control local y remoto

5.3. CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO

- Modelo: Endress+Hauser Promag W 400 DN700 o equivalente
- Tecnología de medida: electromagnética, full bore sin restricción
- Precisión: \pm 0,5 % (opción \pm 0,2 %)
- Condiciones de instalación: sin tramos rectos (0 \times DN)
- Recubrimiento interno: poliuretano
- Electrodo: acero inoxidable 1.4435 / AISI 316L
- Conexión al proceso: bridas PN10, EN1092-1

- Grado de protección: IP68 (C5-M/Im1)
- Alimentación: 100-240 VAC o 24 VDC
- Salidas: analógica 4-20 mA, pulsos, entrada digital
- Comunicación digital: EtherNet/IP (a confirmar en fase de aprobación de especificaciones)
- Cableado remoto: 15 metros
- Verificación: Heartbeat Verification + Monitoring
- Idioma de operación: español

5.4. SENSOR DE NIVEL TIPO RADAR

- Tipo: radar FMCW 80 GHz sin contacto
- Rango: hasta 10 m
- Precisión: ± 2 mm
- Repetibilidad: ± 1 mm
- Salidas: 4-20 mA, Modbus/HART/Ethernet/IP
- Alimentación: 24 VDC
- Montaje: brida DN80 o soporte roscado
- Material: PVDF o PEEK
- Protección: IP68, inmune a condensación, espuma y grasa

Todos los equipos deberán cumplir con la norma ISO 9906 Grado 1B y dispondrán de certificado de ensayo individual en banco hidráulico para agua limpia. Los caudalímetros deberán entregarse con certificado de calibración conforme a su punto de trabajo y norma internacional.

6. Normas, instrucciones y disposiciones aplicables

El contratista está obligado a cumplir toda la normativa, reglamentos, instrucciones técnicas y códigos que sean de aplicación para la ejecución del presente contrato, tanto en el ámbito europeo, estatal, autonómico como local, incluyendo expresamente las normas internas y especificaciones técnicas aprobadas por Aigües de Barcelona. A continuación, se relacionan, de manera no exhaustiva, las principales normativas aplicables, siendo responsabilidad del contratista identificar y cumplir cualquier otra normativa que pudiera ser de aplicación:

1. Normativa General y de Seguridad:

- Real Decreto 1644/2008 sobre comercialización y puesta en servicio de máquinas, actualizado según Reglamento (UE) 2019/1020
- Real Decreto 842/2002 REBT y sus ITC-BT, incluyendo modificaciones del RD 298/2021

- Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección frente al riesgo eléctrico.
 - Código Técnico de Edificación (CTE) - RD 314/2006 con sus actualizaciones hasta 2023
 - Real Decreto 614/2001 sobre riesgo eléctrico
 - Reglamento (UE) 2016/425 sobre equipos de protección individual
 - Directiva 2014/35/UE de baja tensión
 - Directiva 2014/30/UE de compatibilidad electromagnética
2. Normativas de Seguridad en Máquinas:
- UNE-EN ISO 12100:2012 – Principios generales para el diseño de máquinas seguras.
 - UNE-EN ISO 13850:2016 – Función de parada de emergencia.
 - UNE-EN ISO 14122 (serie): Medios de acceso permanente a máquinas.
3. Normativa de Instalaciones y Equipos Eléctricos:
- UNE-EN 60204-1:2019 – Seguridad de las máquinas. Equipos eléctricos.
 - UNE-EN 61439 (serie): Ensamblaje de paramenta de baja tensión.
 - UNE-EN 61800 (serie): Sistemas de variadores de velocidad
4. Normativa de Soldadura y Control de Calidad:
- UNE-EN ISO 9606-1:2017 - Cualificación de soldadores
 - UNE-EN ISO 14732:2013 - Cualificación de operadores de soldeo
 - UNE-EN ISO 5817:2014 - Uniones soldadas por fusión
 - UNE-EN ISO 15609:2019 (serie) - Especificación de procedimientos de soldeo
 - UNE-EN ISO 15614:2019 (serie) - Ensayo de procedimiento de soldeo
 - ASME BPVC 2021 Section IX - Cualificaciones de soldadura
 - ASME BPVC 2021 Section V - Exámenes no destructivos
5. Normativa de Ensayos No Destructivos:
- UNE-EN ISO 17640:2019 - Ensayo por ultrasonidos
 - UNE-EN ISO 11666:2018 - Niveles de aceptación en ultrasonidos
 - UNE-EN ISO 23279:2017 - Caracterización de discontinuidades
 - UNE-EN ISO 17638:2016 - Ensayo mediante partículas magnéticas
 - UNE-EN ISO 23278:2015 - Niveles de aceptación en partículas magnéticas
 - UNE-EN ISO 3452:2021 (serie) - Ensayo por líquidos penetrantes
 - UNE-EN ISO 23277:2015 - Niveles de aceptación en líquidos penetrantes
 - UNE-EN ISO 17637:2017 - Examen visual
6. Normativa de Materiales y Protección:
- UNE-EN ISO 3834:2021 (serie) - Requisitos de calidad para soldeo
 - UNE-EN ISO 12944:2018 (serie) - Protección anticorrosiva
 - UNE-EN ISO 14713:2020 - Recubrimientos de zinc
 - UNE-EN ISO 1461:2010 - Galvanización en caliente
 - UNE-EN 10025:2020 - Aceros estructurales

- UNE-EN 10088:2015 - Aceros inoxidables
 - UNE-EN 10222:2017 - Piezas forjadas para presión
 - UNE-EN 10204:2006 - Documentos de inspección de productos metálicos
 - UNE-EN ISO 3834:2021 (serie): Requisitos de calidad para soldeo por fusión de materiales metálicos.
7. Normativa Hidráulica y de Bombeo:
- ISO 9906:2012 – Especificaciones hidráulicas para bombas (Grado 1B).
 - UNE-EN 12255 (serie): Equipamiento de plantas depuradoras de aguas residuales.
 - UNE-EN 60041: Ensayos de rendimiento hidráulico de máquinas de fluido.
8. Normativa de Diseño y Representación:
- UNE-EN ISO 2553:2019 - Representación de soldaduras
 - UNE 1063:2016 - Identificación de canalizaciones
9. Normativa de Prevención y Medio Ambiente:
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y sus modificaciones
 - Real Decreto 1627/1997 sobre obras de construcción
 - Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular

Las referencias a normas y reglamentos contenidas en este documento se entenderán siempre referidas a la última versión vigente en el momento de la ejecución de los trabajos, incluyendo todas sus modificaciones y actualizaciones. Es responsabilidad del contratista verificar y aplicar las versiones vigentes de cada norma, así como sus posibles modificaciones o sustituciones que pudieran producirse durante la ejecución del contrato.

La presente relación de normas no es limitativa, siendo de aplicación cualquier otra reglamentación, normativa o disposición aplicable a los trabajos objeto del contrato, así como aquellas que pudieran entrar en vigor durante la ejecución de los mismos o que sean expresamente requeridas por la dirección facultativa o Aigües de Barcelona.

La aplicación de la condición más restrictiva entre todas las normativas aplicables será de obligado cumplimiento, sin que ello pueda dar lugar a ningún tipo de reclamación económica o de plazo por parte del contratista. El incumplimiento de cualquiera de las normativas aplicables facultará a Aigües de Barcelona para paralizar los trabajos hasta su completa subsanación, sin que ello suponga modificación alguna en los plazos contractuales ni derecho a compensación económica de ningún tipo.

7. Cronograma.

El plazo para la ejecución de la actuación de la que es objeto este pliego y su recepción una vez aprobada por Aigües de Barcelona es de 35 semanas y dicho plazo empieza a contar desde el momento de la firma de contrato. Las semanas del cronograma son naturales, independiente de los festivos, vacaciones o cualquier desajuste de recursos, la contrata se hará cargo de incrementar las cargas de trabajo, o cualquier otra estrategia, para compensar las bajas cargas por cualquier razón y cumplir con el calendario.

Los tiempos se podrán acortar, pero en ninguno de los casos se podrá solapar el montaje, y por lo tanto la parada de más de una bomba a la vez, a no ser que, de manera excepcional, con autorización expresa de dirección de Aigües de Barcelona.

7.1. Hitos

Las tareas y los hitos son contractuales y están muchos de ellos asociados a los pagos, aquí aclaraciones sobre los más relevantes (salvo error tipográfico):

- Acta de replanteo.
- Recepción de equipos críticos.
- Finalización de pruebas individuales.
- Finalización de sustitución e instrumentación.
- Integración SCADA validada.
- Puesta en marcha.
- Recepción definitiva.

Notas:

- La entrega de material sin su correspondiente documentación hará que no cumpla con los hitos y viceversa.
- Solamente una vez entregada la documentación y si esta es conforme en forma y contenido, se aprobaría.
- Todos los hitos son consecutivos por lo que no se validará el siguiente sin cumplir el anterior.

Ejemplo: la puesta en marcha sin documentación de calidad no se puede validar.

Más detalles en anexo cronogra

8. Especificaciones y condiciones particulares.

8.1. Recursos humanos y organizativos

8.1.1. Dotación mínima de personal

- Personal mínimo asignado:
 - Responsable de contrato con titulación de ingeniería y poder suficiente para firmar actas y órdenes de servicio.
 - Jefe/a de obra con dedicación completa al contrato durante toda la ejecución y experiencia mínima de 5 años en obras de EDAR de características similares.
 - Encargado/a de obra con presencia continuada en el emplazamiento durante el horario de trabajo y experiencia mínima de 5 años en montaje electromecánico en EDAR.
- Personal de obra mínimo (con experiencia mínima acreditable):
 - Oficial electromecánico: experiencia mínima de 3 años en obras de EDAR o proyectos similares.
 - Electricista industrial: experiencia mínima de 3 años en instalaciones eléctricas industriales en EDAR o infraestructuras hidráulicas similares.
 - Técnico/a de instrumentación y control: experiencia mínima de 3 años en EDAR o procesos industriales similares (calibración de lazos 4–20 mA y puesta en marcha de señales en PLC).
- Presencia obligatoria en pruebas, puesta en marcha y recepción:
 - Especialistas mecánicos, eléctricos y de control (incluyendo especialista PLC/SCADA) necesarios para FAT/SAT, puesta en servicio y ajustes, con disponibilidad 24/7 hasta la recepción definitiva. El especialista PLC/SCADA deberá acreditar al menos 3 años de experiencia y 2 proyectos similares con pruebas FAT/SAT.
- Condiciones de incompatibilidad y acreditación:
 - Los perfiles anteriores deberán recaer en personas distintas. La acreditación se realizará mediante la presentación del currículum del candidato propuesto para cada posición.
 - La declaración de experiencia deberá detallar, como mínimo, la denominación de los trabajos, importes, fechas de ejecución (año) y destinatario (público o privado)..

8.1.2. Reuniones y coordinación

- El jefe de obra asistirá obligatoriamente a la reunión inicial de Coordinación de Actividades Empresariales (CAE) y a las reuniones semanales de seguimiento.
- Las reuniones se celebrarán preferentemente en la EDAR salvo indicación contraria de la Dirección de Obras de Aigües de Barcelona (AB).

8.1.3. Puesta en marcha

- Deberán acudir, además del jefe de obra, los especialistas y operarios mecánicos, eléctricos, de control y aquellos que sean necesarios para garantizar el éxito de la operación.
- Desde la primera puesta en marcha hasta la entrega definitiva, la contrata garantizará disponibilidad 24 h/7 días para resolver cualquier malfuncionamiento.

8.1.4. Historización de datos

- Se registrarán y conservarán local y remotamente todos los valores de proceso, alarmas y fallos desde el primer arranque, con objeto de facilitar las validaciones y la aceptación final de la instalación.

8.1.5. Herramientas digitales

- Intercambio de documentación mediante Google Drive, reuniones virtuales en Google Meet y resto de aplicaciones del ecosistema Google Workspace.
- Planos en formatos CAD 2D y 3D, gestionados a través de la plataforma Autodesk BIM 360.

8.1.6. Planificación

- El contratista actualizará el cronograma semanalmente y ajustará cualquier documento de planificación a requerimiento de la Dirección de Obras de AB.

8.1.7. Prevención de riesgos

- Dispondrá de recursos preventivos propios, independientemente de la presencia de subcontratas.
- Aportará todos los medios necesarios para la seguridad y salud laboral y para cumplir los estándares y directrices de AB.
- Asimismo, la empresa adjudicataria presentará, en un plazo máximo de 15 días naturales desde la formalización del contrato y siempre antes del inicio de los trabajos, su Plan de Seguridad y Salud (PSS) adaptado al Estudio Básico de Seguridad y Salud incorporado como Anexo II, que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y el Coordinador de Seguridad y Salud

8.2. Materiales, equipos y suministros

8.2.1. Descarga y manipulación

- Toda descarga de materiales correrá a cargo del contratista o de sus asociados; AB no asumirá ninguna descarga

8.2.2. Calidades mínimas

- Estructuras metálicas: acero S275JR (UNE-EN 10025) con galvanizado en caliente, o acero inoxidable AISI 316.
- Tornillería: acero inoxidable A4.

8.2.3. Etiquetado y documentación

- Los equipos y materiales sujetos a normativa deberán portar marcado CE.
- Todo equipo, puerta, paro de emergencia y sistema mecánico o eléctrico llegará etiquetado conforme a los planos P&ID, mecánicos y eléctricos aprobados por la Dirección de Obras de AB.
- Las tuberías se identificarán y señalarán el sentido del flujo según UNE 1063.

- 8.2.4. Protección anticorrosión
- Los elementos metálicos cumplirán un nivel C4-H (UNE-EN ISO 1294).
 - Aplicaciones de pintura en condiciones de temperatura y humedad controladas; color RAL a definir por la Dirección de Obras de AB.
- 8.2.5. Prefabricación
- Para los equipos que sea posible, se suministrarán premontados para minimizar trabajos en campo.
- 8.2.6. Gestión de residuos
- Incluida toda la gestión de residuos generados en la obra según normativas y estándares de Aigües de Barcelona.
- 8.2.7. Formación de personal
- Plan de formación: 16 h teórico-prácticas, con certificación de asistencia y manual de O&M en español/catalán
- 8.2.8. Controles de calidad incluidos
- Al tratarse de un volumen < 1,5 % del PEM, los ensayos y controles son a cargo del contratista (art. 38 PCAG-Obras del Estado).
 - Ensayos mínimos:

Sistema / elemento	Ensayo o verificación	Norma / criterio	Alcance mínimo
Bombas de recirculación	FAT en fábrica: curva Q-H, rendimiento, vibraciones (ISO 10816), NPSH, balance dinámico del rotor	UNE-EN ISO 9906, ISO 10816-3	100 % de unidades
	SAT en obra: prueba 6 h a caudal nominal + 72 h de marcha continua	Procedimiento AB-COM-SAT	100 %
Tuberías soldaduras	Prueba hidrostática 1,5 x PN	UNE-EN 13480-5	100 % de líneas
	Ensayos NDT: VT 100 %, PT 10 %, UT 10 %, RT en soldaduras críticas	ISO 9712 / ISO 5817 Nivel B	según ITP
	PMI/Ferrita en inox	ASTM E1476	5 % de uniones
Revestimientos C4-H	Medición de espesor (DFT)	ISO 2808	100 %
	Ensayo de adherencia pull-off	ISO 4624	5 %
	Holiday test	ISO 29601	Recubrimientos > 500 µm
Estructuras metálicas	Conformidad CE + EN 1090-1 EXC2	Auditor externo	100 %
Instrumentación control	Tensión y apriete de tornillería 8.8	ISO 898-1	Muestreo 10 %
	Calibración lazos 4-20 mA / señales discretas	IEC 61557-12	100 %
Instalación eléctrica	Prueba software PLC/SCADA, redundancia y fail-over	Protocolo FAT/SAT AB	100 %
	Resistencia de aislamiento (> 1 GΩ @ 1 kV DC)	UNE-EN 60204-1	100 %
	Continuidad de tierras (< 0,5 Ω)	UNE-EN 60204-1	100 %
Documentación	Termografía en carga	NFPA 70B	100 % cubículos
	Dossier as-built, certificados de materiales e informes de ensayo	AB-DOC-QA	Completo

La Dirección de Obras de AB podrá ampliar o ajustar este listado en función de la criticidad, incluyendo pruebas adicionales como radiografía integral de soldaduras o análisis vibracional en régimen variable.

8.3. Seguimiento documental y comunicaciones

- Toda la documentación técnica y de calidad se emitirá en formato digital y se compartirá en los repositorios Google Drive indicados por AB.
- El contratista notificará de inmediato las desviaciones de planificación y propondrá medidas correctoras.
- Cualquier modificación sustancial requerirá aprobación previa de la Dirección de Obras de AB.

9. Gestión de residuos.

La Dirección de la Planta (AB) se reserva la potestad de conservar los equipos, instrumentación y accesorios desmontados durante la intervención. En caso de ejercer esta prerrogativa, el contratista los depositará en la zona de acopio provisional designada y el posterior traslado interno correrá íntegramente a cargo de personal propio de la instalación.

De forma general, los residuos generados durante la intervención deben gestionarse de acuerdo con el marco normativo de aplicación en esta materia en Cataluña. El licitador deberá aportar a su oferta una identificación segregada de los residuos previstos en la intervención con una clasificación (LER) en base a sus características, 4 propiedades y nivel de peligrosidad. Se realizará una estimación de las cantidades a gestionar de cada uno y se presentará propuesta de la vía de gestión (valorización/eliminación) establecida en el CRC2019 (Catálogo de residuos de Cataluña) siguiendo el orden de prioridad fijado en el mismo catálogo. Deberá quedar justificada convenientemente la no valorización de los residuos identificados cuando este catálogo incorpore posibles vías de valorización. En la fase de presentación de ofertas no será necesario concretar los gestores/transportistas autorizados que serán subcontratados por el licitador. Se detallarán, quedando incluidas en la oferta, las operaciones de acondicionamiento previo, embalaje, envasado (si fueran necesarios) y el tipo de transporte a utilizar, y se seguirán las pautas de señalización, etiquetado y almacenamiento indicadas por el centro donde tiene lugar la intervención.

De igual forma se añadirá a la oferta cualquier consideración específica que se estime necesaria para la correcta operativa en cualquiera de las etapas hasta la entrega de los residuos a las instalaciones del gestor. Cuando las cantidades generadas de alguno de los residuos sean poco significativas, y previa autorización de AB, el licitador podrá utilizar respetando la segregación establecida en los contenedores del centro. En todos los casos se entenderá el coste de la partida de residuos un precio cerrado independientemente de la gestión que finalmente sea realizada en fase de ejecución de la intervención o de eventuales sobrecostes no previstos en cualquiera de las etapas hasta su entrega al gestor (identificación, clasificación, estimación de cantidades, acondicionamiento, transporte o gestión...).

En fase de ejecución de la intervención, el contratista concretará las empresas de transporte y gestión autorizadas que tiene previsto contratar para su realización estas operaciones. El contratista tendrá que disponer de la documentación previa para la gestión que sea preceptiva para cada residuo (FA, NP, NPT...) así como de la documentación de acompañamiento de cada transporte (FS, DI, DCS...) antes de la expedición de éste. Para la elaboración de esta documentación, el licitador deberá contactar con el departamento de administración de la instalación en la que tiene lugar la intervención para el uso del código de productor del centro en la generación de la documentación que sea necesaria. El uso de códigos de productor distintos a los de la instalación donde se realice la intervención deberá ser autorizada expresamente por Aigües de Barcelona a través del Responsable de residuos de saneamiento. En todos los casos, la documentación de gestión de residuos será realizada digitalmente a través de la plataforma SDR (Sistema documental de residuos de la Agència de Residus de Catalunya).

Todos los contratistas del licitador para el transporte y gestión de residuos tendrán que poder operar con esta plataforma. Únicamente se aceptará tramitar documentación fuera de esta plataforma cuando sea necesario elaborar documentación sujeta a normativa estatal por traslado y gestión de residuos fuera de Cataluña. Cualquier documentación que se genere deberá tener conformidad por parte de Aigües de Barcelona mediante firma online en el SDR y/o sello del centro (en caso de gestiones no cubiertas por el SDR y/o documentación mercantil).

10. Entrega de documentación

Toda la documentación se entregará en castellano o catalán, firmada digitalmente por la contrata y por un técnico habilitado colegiado, en papel (2 juegos) y en formatos editables (DWG, RVT, DOCX, XLSX, etc.) y PDF. Los archivos se alojarán en las carpetas Google Drive y BIM 360 designadas por AB siguiendo la nomenclatura indicada. La correcta y puntual entrega de cada lote estará vinculada a los hitos de pago establecidos.

10.1. Documentación a presentar con la oferta

Código	Documento	Contenido mínimo	Observaciones
OF-01	Memoria técnico-descriptiva	Alcance, justificación de la solución, procedimientos...	Basarse en el PPT actual.
OF-02	Fichas técnicas	Fichas técnicas de equipos e instrumentación propuestos.	PDF.
OF-03	Planos conceptuales 2D/3D	Implantación y cableado.	DWG/NWD/REVIT.
OF-04	Cronograma preliminar	Diagrama Gantt (WBS 3)	MS Project/P6 + PDF.
OF-05	Plan preliminar de gestión de residuos	Inventario, códigos LER, cantidades, vías CRC-2019.	Ver Cap. 9.
OF-06	Plan de seguridad y salud inicial	Identificación de riesgos y medidas preventivas.	Conforme RD 1627/1997.
OF-07	ITP preliminar	Programa de puntos de inspección con responsabilidades (AB / contratista / tercero).	XLSX.
OF-08	Lista preliminar de materiales	Referencia, descripción, norma, cantidad, peso.	Enlazada a planos.

OF-9	Currículo y organigrama	CV personal clave + matriz RACI.	PDF.
OF-10	Declaración de conformidad CE	Compromiso de equipos con marcado CE.	PDF.

Nota: La omisión de cualquiera de los documentos OF-01 a OF-10 supondrá la exclusión de la oferta.

10.2. Documentación de detalle (antes del suministro / instalación)

Código	Documento	Alcance
DD-01	Planos de conjunto y detalle 2D/3D	Vistas generales, locales, secciones, despieces de: depósitos de carga, bombas + tornillo, grupos de presión, estaciones de mezcla/dosificación.
DD-02	Esquemas eléctricos y de control	Ubicación CCM, pulsadores emergencia, PLC, cableados.
DD-03	Procedimiento de pruebas individuales paso a paso	Instrucciones ilustradas y secuencia de actuaciones, procedimiento de comprobación de funcionamiento, procedimiento de instalación de caudalímetro
DD-04	Procedimiento de montaje y desmontaje paso a paso	Instrucciones ilustradas y secuencia de actuaciones
DD-05	Listas definitivas de I/O y seguridades	Referenciadas a PLC/SCADA.
DD-06	Programa de puntos de inspección (PPI) definitivo	Incluye WPS y rangos de soldadura

10.3. Documentación durante la obra

Se han de aportar las actas semanales, el cronograma mensual revisado y registro de ensayos, así como cualquier otra información relevante.

10.4. Documentación final de obra y puesta en marcha

Entrega en los 30 días naturales posteriores al acta de puesta en marcha:

Código	Documento	Formato / Nº copias	Contenido ampliado
FO-01	Planos <i>as-built</i> 2D/3D	DWG, RVT/NWD, PDF / 2 impresas	Incluye etiquetado definitivo.
FO-02	Manual de operación y mantenimiento	PDF / 2 impresas	Operativa detallada, fichas técnicas, plan de mantenimiento preventivo, tabla de <i>troubleshooting</i> .
FO-03	Hojas de puesta en marcha	PDF	Una por cada bomba.
FO-04	Programa fuente PLC/SCADA y <i>back-ups</i>	USB cifrado + PDF de lógica	Incluye licencias.
FO-05	Histórico de datos (≥ 30 días)	CSV	Valores, alarmas, fallos.
FO-06	Dossier de calidad	PDF indexado / 1 impresa	Certificados de materiales, informes NDT, ensayos FAT/SAT, pintura, etc.
FO-07	Lista de repuestos y catálogos	XLSX, PDF / 2 impresas	Ítems críticos marcados.
FO-08	Certificados CE y declaraciones de conformidad	PDF	100 % equipos.
FO-9	Acta de recepción provisional	PDF	Firmada por AB.
FO-10	Garantías y pólizas de seguro	PDF	Cobertura mínima 24 meses.
FO-11	Plan de formación impartida	PDF	Asistentes, temario, evaluaciones.
FO-12	Plan de gestión de residuos definitivo	PDF	FIR/Gestiona, FS/DI/DCS validados.

11. Presupuesto

REF	CONCEPTO	UM.	UD.	P. UNITARIO (€)	TOTAL (€)
1	Desmontaje y preparación de la obra				10.780,00 €
1.1	Desmontaje de bombas existentes	h	112	65,00 €	7.280,00 €
1.2	Limpieza y acondicionamiento de cámara inferior (espacio confinado) • bombeo final de restos (≈ 6 m³) • lavado a presión y retirada de lodos	lote	1	3.500,00 €	3.500,00 €
2	Suministro e instalación mecánica de bombas				296.308,72 €
2.1	Bomba axial Sulzer VUPX0502 37 kW DN 700	ud	14	19.343,48 €	270.808,72 €
2.2	Montaje y alineación (8 h / bomba)	h	224	65,00 €	14.560,00 €
2.3	Camión-grúa 40 Tm (incluye descarga + distribución)	h	48	60,00 €	2.880,00 €
2.4	Consumibles mecánicos (juntas, tornillería A4, grasas de montaje)	lote	1	60,00 €	60,00 €
2.5	Kit de repuestos críticos: • 1 hélice/árbol ensamblado (PP + eje Inox) • 2 juegos cierre mecánico dúplex SiC/SiC • 4 rodamientos SKF Explorer + retenes • 1 kit junta tórica + tóricas cable • 2 kits cable sumergible 15 m	lote	1	8.000,00 €	8.000,00 €
3	Instalaciones eléctricas				48.450,00 €
3.1	Mano de obra tendido y conexionado	h	240	65,00 €	15.600,00 €
3.2	Variador de frecuencia SD750 37 kW IP55	ud	1	12.500,00 €	12.500,00 €
3.3	Cable potencia H07RN8-F 4 × 70 mm² Cu	ml	250	27,00 €	6.750,00 €
3.4	Cable 2 × 1 mm² LiYCY apantallado	ml	600	2,90 €	1.740,00 €
3.5	Bandeja portacables Zn 300 × 60 mm con tapa	ml	420	11,50 €	4.830,00 €
3.6	Tubo conduit AISI 316L Ø 110 mm	ml	140	18,00 €	2.520,00 €
3.7	Pasamuros inox Ø 120 mm	ud	40	30,00 €	1.200,00 €
3.8	Prensa-estopas Ex d/e A4-316L IP68 M40	ud	100	10,00 €	1.000,00 €
3.9	Conector rápido sumergible AS-8	ud	14	165,00 €	2.310,00 €
4	Instrumentación				77.760,00 €
4.1	Sensor radar FMCW 80 GHz IP68	ud	18	1.400,00 €	25.200,00 €
4.2	Caudalímetro electromagnético DN 700 Promag W	ud	1	18.500,00 €	18.500,00 €
4.3	Instalación sensores radar	h	144	65,00 €	9.360,00 €
4.4	Instalación caudalímetro (incluye modificación de la tubería)	h	80	65,00 €	5.200,00 €
4.5	Material auxiliar necesario para la instalación del caudalímetro	lote	1	19.500,00 €	19.500,00 €
5	Automatización				9.580,00 €
5.1	Adecuación red EtherNet/IP (hardware + cableado + ingeniería)	lote	1	4.500,00 €	4.500,00 €

5.2	Actualización PLC (CPU ControlLogix 5580 + licencias Studio 5000 v35)	lote	1	3.000,00 €	3.000,00 €
5.3	Ingeniería migración, I/O mapping y pruebas FAT/SAT	h	16	65,00 €	1.040,00 €
5.4	Integración en SCADA Ignition + dashboards KPI	h	16	65,00 €	1.040,00 €
6	Pruebas y Puesta en marcha				44.880,00 €
6.1	Pruebas hidráulicas unitarias	h	224	65,00 €	14.560,00 €
6.2	Pruebas funcionales y optimización global	h	448	65,00 €	29.120,00 €
6.3	Formación de operadores	ud	1	1.200,00 €	1.200,00 €
7	Otros				39.500,00 €
7.1	Partida para imprevistos	lote	1	20.000,00 €	20.000,00 €
7.2	PA de abono integro para Seguridad y Salud	lote	1	8.500,00 €	8.500,00 €
7.3	Partida alzada a justificar de Gestión de residuos	PA	1		11.000,00 €
7.3.1	Traslado y gestión de lodos deshidratados	m ³	30	180,00 €	
7.3.2	Retirada y gestión de aceites usados y agua oleosa	m ³	5	120,00 €	
7.3.3	traslado y gestión de Chatarras y bombas fuera de uso	T	10	40,00 €	
7.3.4	Escombros y residuos generales de obra (hormigón, áridos, embalajes plásticos/madera)	T	5	70,00 €	
7.3.5	Documentación ADR, tasas y canon vertedero	lote	1	4.250,00 €	

Total Presupuesto de Ejecución Material (PEM) = 527.258,72 €

Gastos generales y beneficio industrial = 100.179,16 €

Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) 627.437,88 €

I.V.A. (21%) = 131.761,95 €

TOTAL REPOSICIÓN BOMBAS DE RECIRCULACIÓN E.D.A.R. DEL PRAT - DPRAT2502 = 759.199,83 €

12. Garantía.

El suministrador garantizará a Aigües de Barcelona que los equipos suministrados se encuentran libres de errores de diseño, de materiales y de fabricación y que son de dimensiones y capacidad lo suficiente como para cubrir satisfactoriamente las condiciones de operación especificadas.

- Plazo: 24 meses a contar desde la fecha de la puesta en marcha certificada de cada bomba.
- Cobertura: incluye piezas, mano de obra, desplazamientos y medios auxiliares necesarios para la reparación / sustitución, así como la restauración de cualquier daño colateral provocado por el fallo.
- Tiempo de respuesta: el suministrador se compromete a iniciar las acciones correctivas en ≤ 48 h desde la notificación por parte de AB.
- Reparación o sustitución: si en un plazo de 10 días naturales el defecto no pudiera ser subsanado, el equipo se reemplazará por otro de iguales o superiores prestaciones sin coste adicional.
- Extensión tras intervención: la garantía del elemento reparado / sustituido se reinicia por un periodo de 12 meses, sin exceder en ningún caso los 36 meses totales.

El incumplimiento de estas condiciones habilitará a AB a ejecutar las garantías contractuales y reclamar los daños y perjuicios que correspondan.

13. Anexos

13.1. Anexo 1 Cronograma

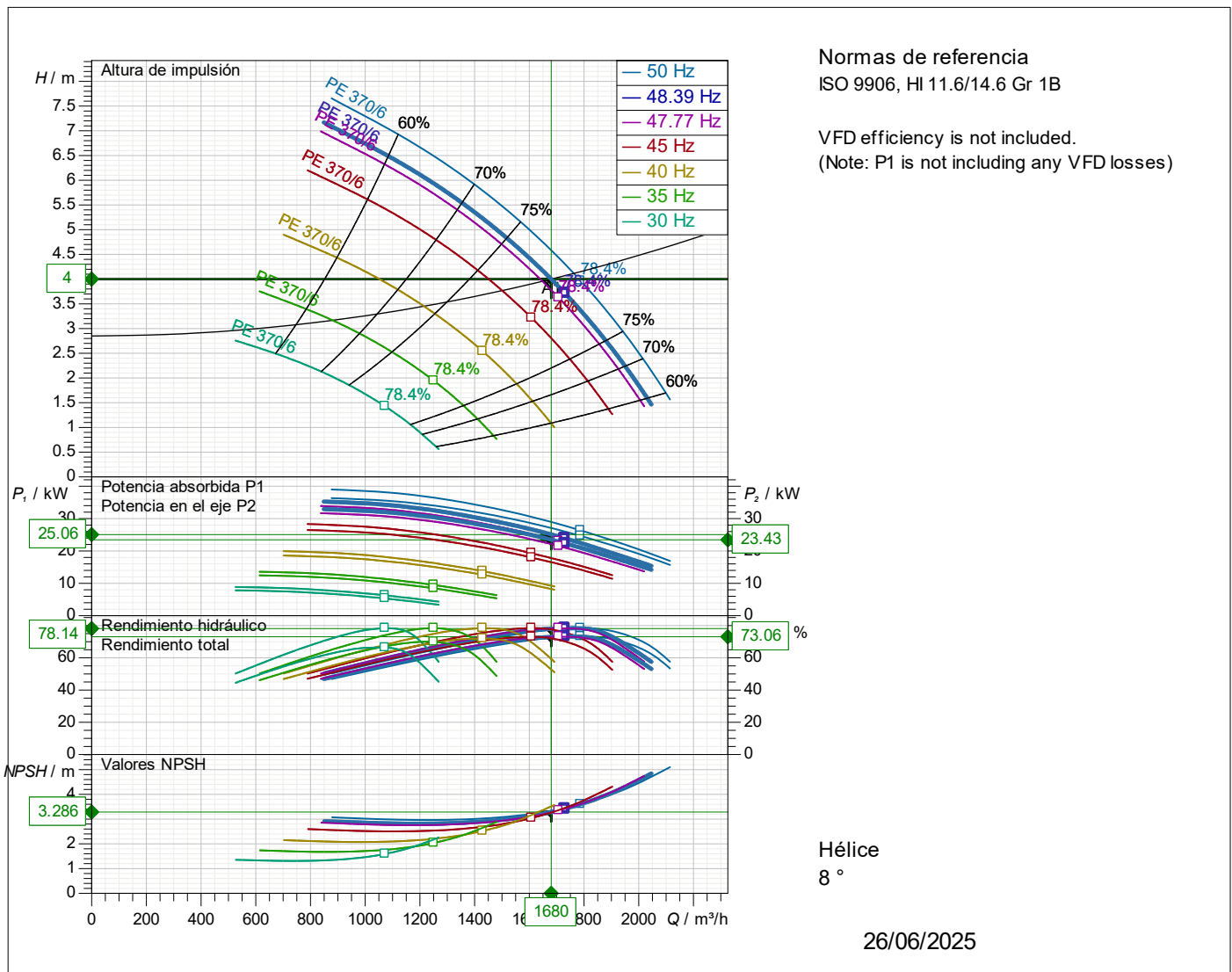
13.2. Anexo 2 Ficha técnicas

A título orientativo se incluye la ficha técnica y la curva Q-H correspondiente al modelo Sulzer VUPX0502.

No obstante, se aceptarán equipos equivalentes o de prestaciones superiores, siempre que el licitador aporte hoja de datos y curva certificada que cumplan, como mínimo, los valores definidos en las especificaciones técnicas del presente PPT.

Se indica tanto la curva con agua limpia como con viscosidad de 5mm².

VUPX0502 50 HZ



Datos de diseño Caudal 1680 m³/h Rendimiento 78.1 % NPSH 3.29 m Temperatura 20 °C N° de bombas 1		Potencia P1 25.1 kW Altura 4 m Pot. en el eje P2 23.4 kW Fluido Agua Tipo de instalación Bomba simple	
Datos de la bomba Tipo VUPX0502 50 HZ Serie VUPX N° de álabes 4 Paso de sólidos 85 mm Boca impulsión DN700 Momento de inercia 0.35 kg m²		Transmisión Marca SULZER Impulsor Hélice Diámetro impulsor 460 mm Boca aspiración Tipo de instalación Installation with steel riser pipe PE	
Datos del motor Tensión nominal 400 V Pot. abs. ejeP2 37 kW N° de polos 6 Factor de potencia 0.818 Intensidad arranque 427 A Par de arranque 794 Nm Clase de aislamiento H(140)		Frecuencia 50 Hz Velocidad nominal 979 1/min Rendimiento 93.1 % Corriente nominal 70 A Par nominal 361 Nm Grado protección IP 68 N° arranques/hora 15	

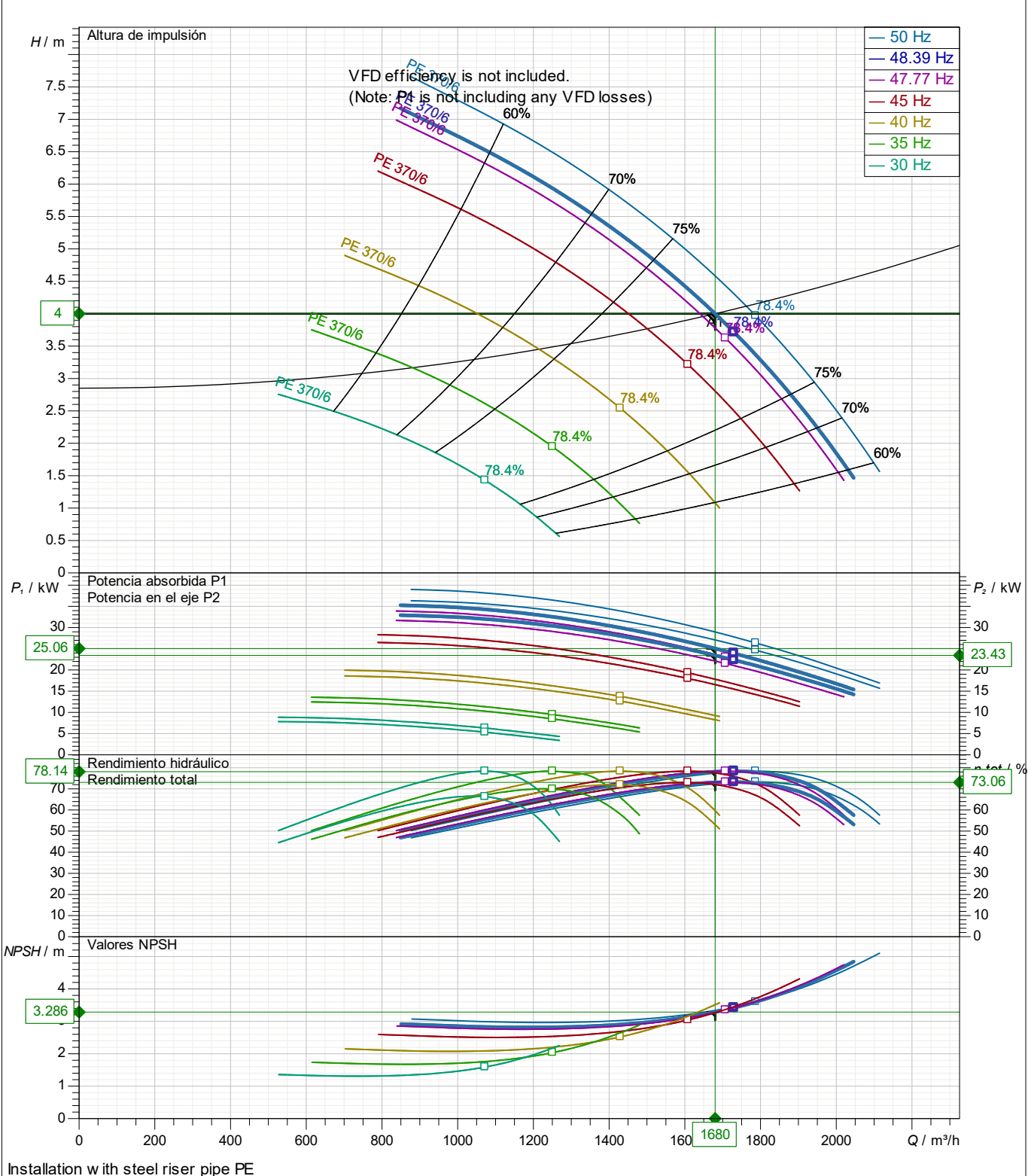
Nº curva	
Curva de referencia VUP0502 50 HZ	

Curva característica de la bomba

VUPX0502 50 HZ



					Boca impulsión DN700	Frecuencia 50 Hz
Densidad 998.3 kg/m ³	Viscosidad 1.005 mm ² /s	Normas de referencia ISO 9906, HI 11.6/14.6 Gr 1B			Velocidad nominal 954.2 1/min	Fecha 26/06/2025
Caudal 1680 m ³ /h	Altura 4 m	Pot. en el eje P2 23.4 kW	Potencia P1 25.1 kW	Pot. abs. ejeP2 37 kW	Rendimiento hidr. 78.1 %	NPSH 3.29 m



Diámetro impulsor 460 mm	Nº de álabes 4	Impulsor Hélice	8 °	Paso de sólidos 85 mm	Revisión
-----------------------------	-------------------	--------------------	-----	--------------------------	----------

Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y no será responsable para el uso de información contenido en este software.

Spaix® 6-25.1 - 2025/04/15 (Build 578.1075442), 64 bit
Versión de datos June 25.1

Frecuencia
50 Hz

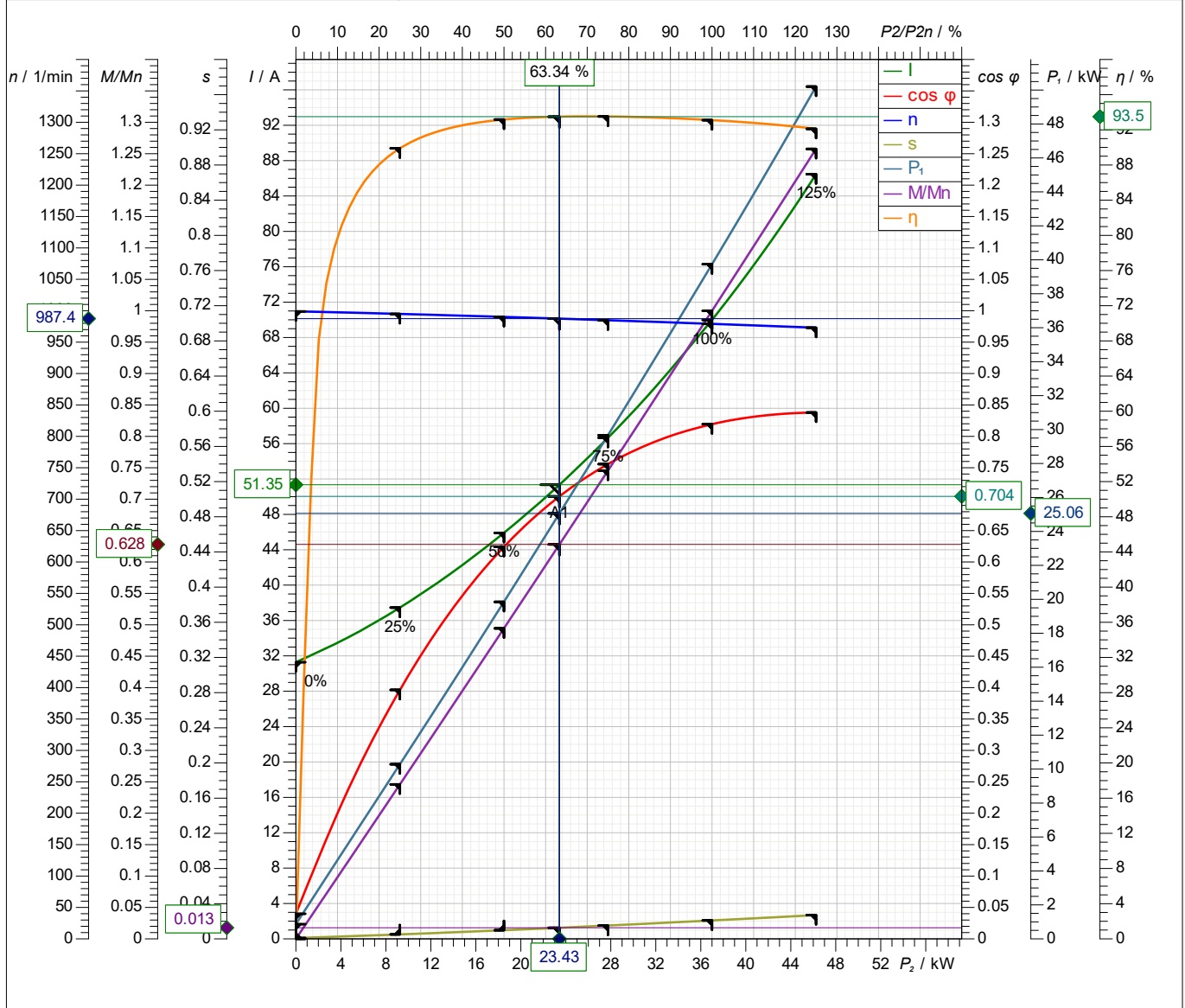
PE4B

Curvas motor

PE 370/6



Potencia nom. 37 kW	Velocidad nominal 979 1/min	Nº de polos 6	Tensión nominal 400 V	Fecha 26/06/2025
------------------------	--------------------------------	------------------	--------------------------	---------------------

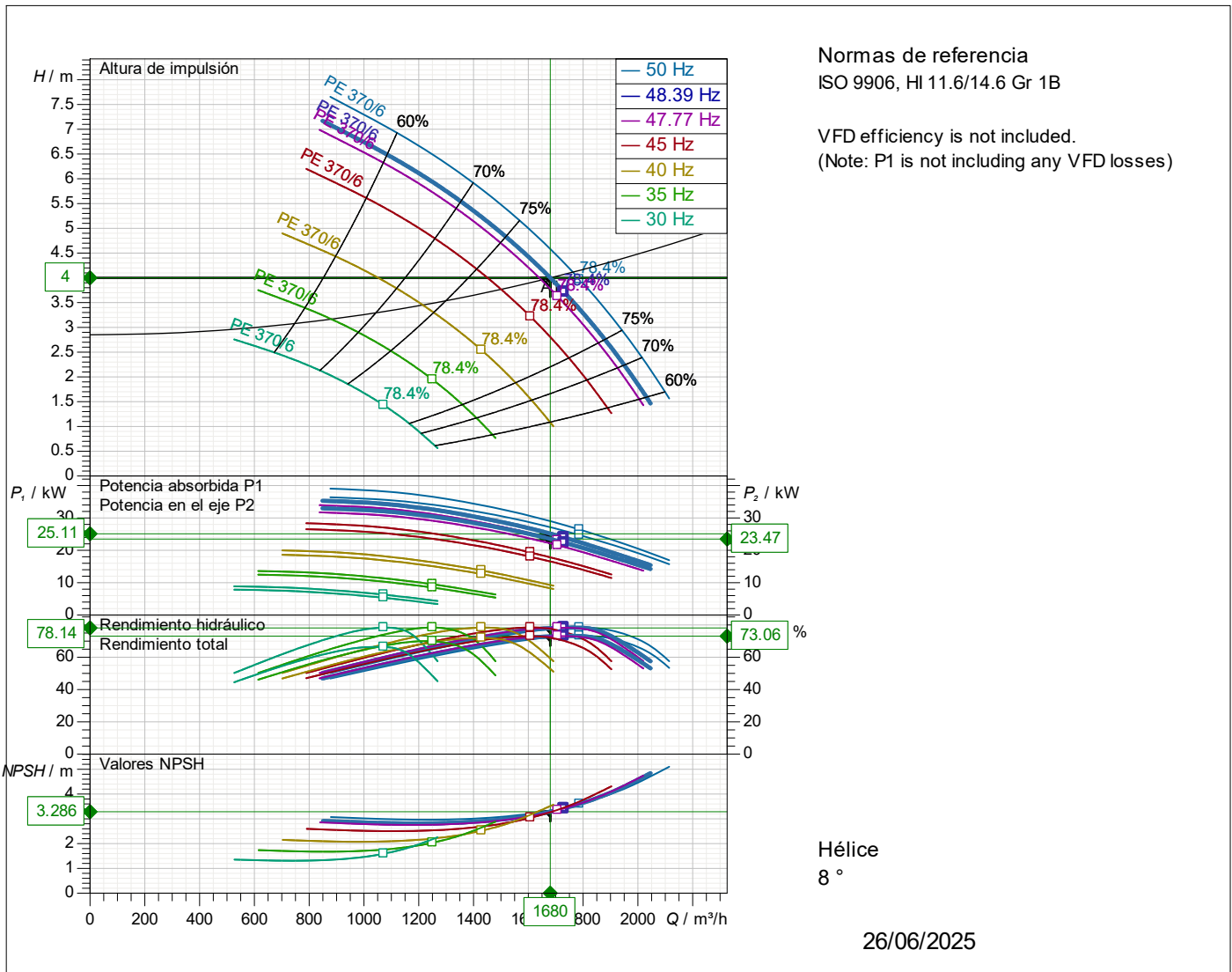


Symbol	En vacío	25 %	50 %	75 %	100 %	125 %
P ₂ / kW	0	9.25	18.5	27.75	37	46.25
P ₁ / kW	0.8651	10.29	19.85	29.67	39.74	50.21
I / A	31.28	37.46	45.92	56.66	70	86.47
cos φ	0.03991	0.3964	0.6241	0.7559	0.8195	0.8381
n / 1/min	999	994.9	990.2	984.8	979.1	973
s / %	0.09841	0.5079	0.9841	1.516	2.092	2.702
M / Nm	0	88.78	178.4	269.1	360.9	453.9
η / %	0	89.9	93.18	93.52	93.1	92.12

Tolerancia conforme a VDE 0530 T1 12.84 para potencia nominal

Intensidad arranque 427 A	Par de arranque 794 Nm	Momento de inercia 0.61 kg m ²	Nº arranques/hora 15
------------------------------	---------------------------	--	-------------------------

VUPX0502 50 HZ



Datos de diseño		Potencia P1	25.1 kW
Caudal	1680 m³/h	Altura	4 m
Rendimiento	78.1 %	Pot. en el eje P2	23.5 kW
NPSH	3.29 m	Fluido	Agua
Temperatura	20 °C	Tipo de instalación	Bomba simple
N° de bombas	1		
Datos de la bomba		Transmisión	
Tipo	VUPX0502 50 HZ	Marca	SULZER
Serie	VUPX	Impulsor	Hélice
N° de álabes	4	Diámetro impulsor	460 mm
Paso de sólidos	85 mm	Boca aspiración	
Boca impulsión	DN700	Tipo de instalación	Installation with steel riser pipe PE
Momento de inercia	0.35 kg m²		
Datos del motor		Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V	Velocidad nominal	979 1/min
Pot. abs. ejeP2	37 kW	Rendimiento	93.1 %
N° de polos	6	Corriente nominal	70 A
Factor de potencia	0.818	Par nominal	361 Nm
Intensidad arranque	427 A	Grado protección	IP 68
Par de arranque	794 Nm	N° arranques/hora	15
Clase de aislamiento	H(140)		

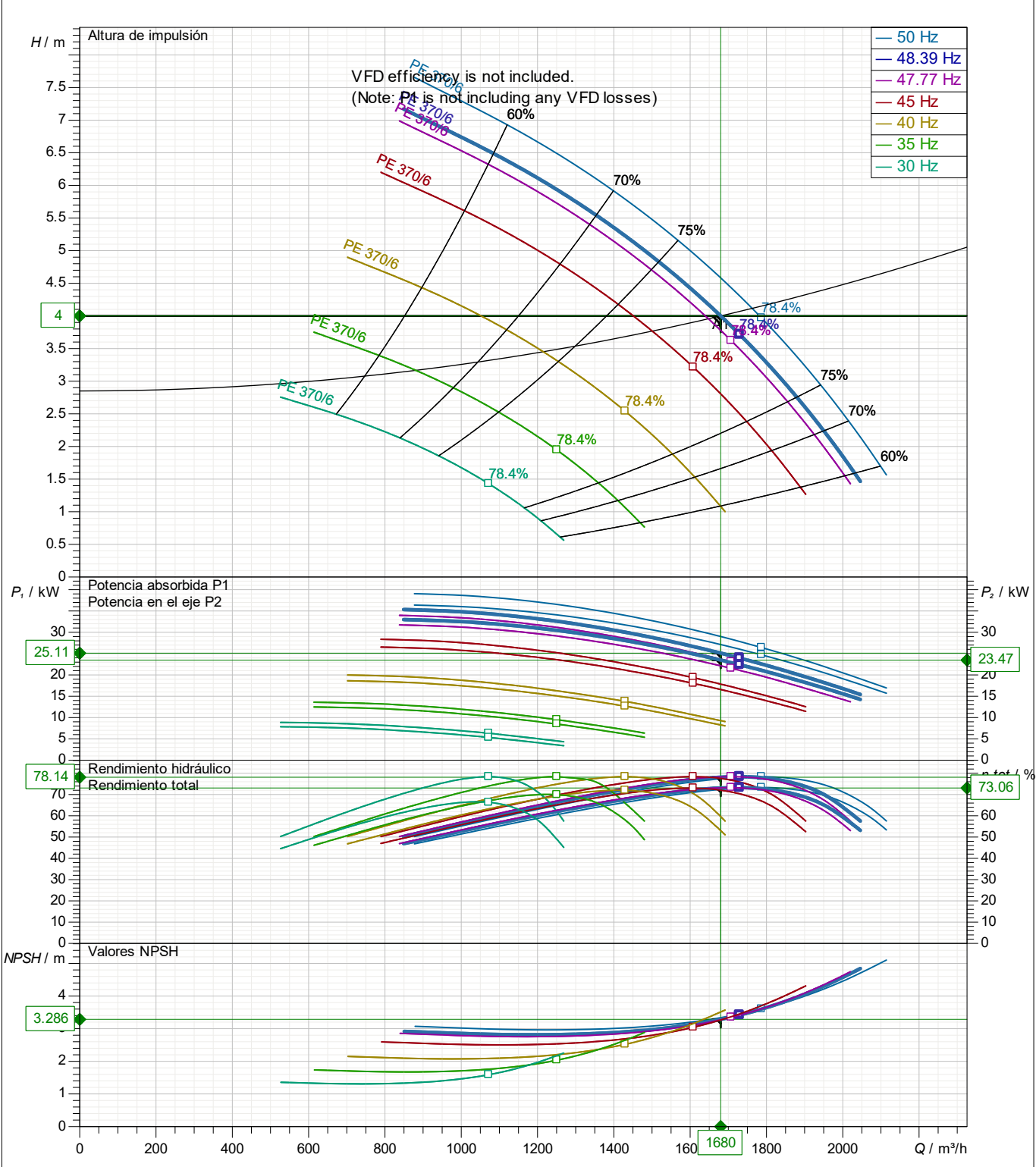
Nº curva	
Curva de referencia VUP0502 50 HZ	

Curva característica de la bomba

VUPX0502 50 HZ



Densidad 1000 kg/m ³	Viscosidad 5 mm ² /s	Normas de referencia ISO 9906, HI 11.6/14.6 Gr 1B			Boca impulsión DN700	Frecuencia 50 Hz
Caudal 1680 m ³ /h	Altura 4 m	Pot. en el eje P2 23.5 kW	Potencia P1 25.1 kW	Pot. abs. ejeP2 37 kW	Velocidad nominal 954.2 1/min	Fecha 26/06/2025
					Rendimiento hidr. 78.1 %	NPSH 3.29 m



Installation with steel riser pipe PE						
Diámetro impulsor 460 mm	Nº de álabes 4	Impulsor Hélice	8 °	Paso de sólidos 85 mm	Revisión	

Frecuencia
50 Hz

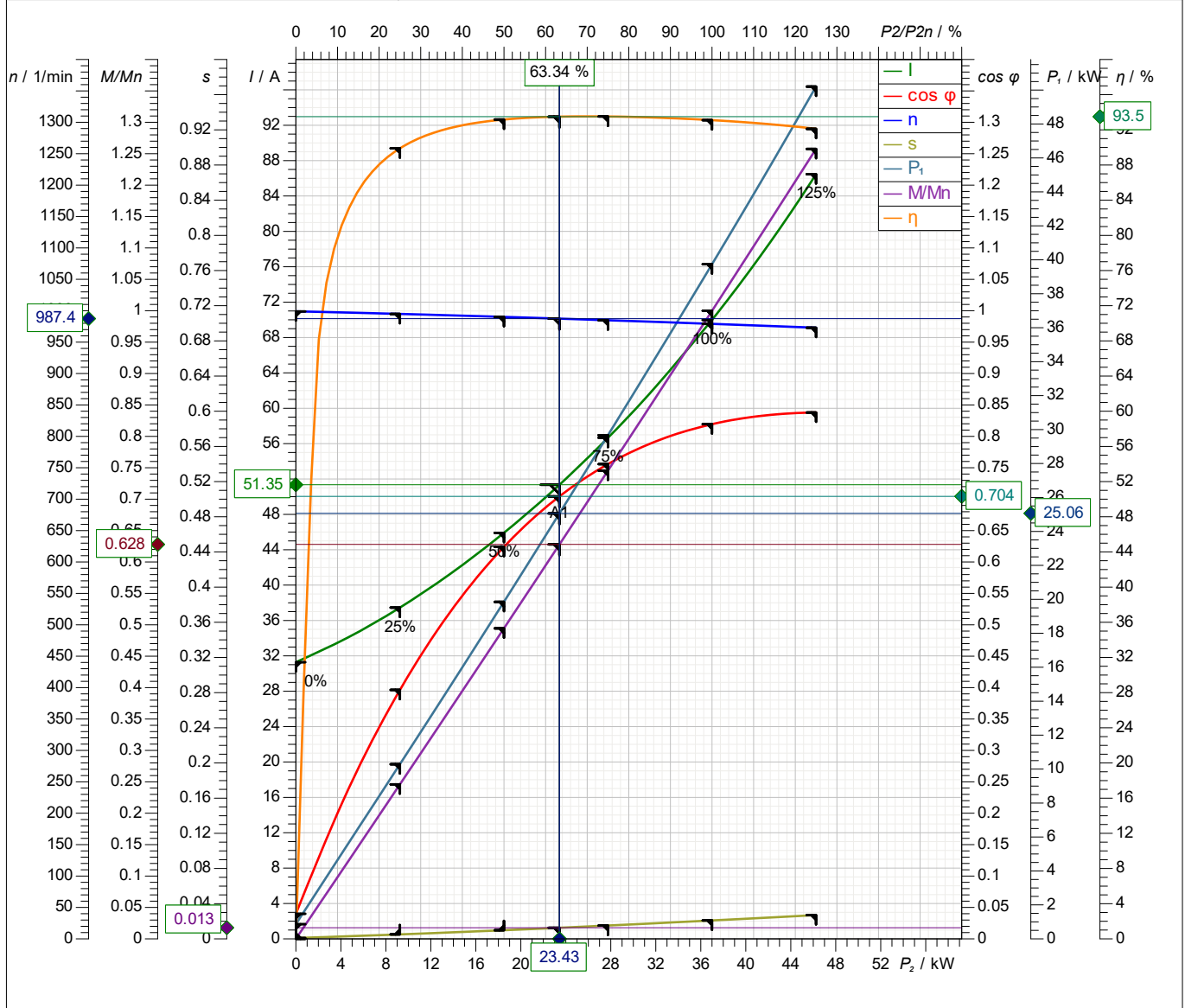
PE4B

Curvas motor

PE 370/6



Potencia nom. 37 kW	Velocidad nominal 979 1/min	Nº de polos 6	Tensión nominal 400 V	Fecha 26/06/2025
------------------------	--------------------------------	------------------	--------------------------	---------------------



Symbol	En vacío	25 %	50 %	75 %	100 %	125 %
P ₂ / kW	0	9.25	18.5	27.75	37	46.25
P ₁ / kW	0.8651	10.29	19.85	29.67	39.74	50.21
I / A	31.28	37.46	45.92	56.66	70	86.47
cos φ	0.03991	0.3964	0.6241	0.7559	0.8195	0.8381
n / 1/min	999	994.9	990.2	984.8	979.1	973
s / %	0.09841	0.5079	0.9841	1.516	2.092	2.702
M / Nm	0	88.78	178.4	269.1	360.9	453.9
η / %	0	89.9	93.18	93.52	93.1	92.12

Tolerancia conforme a VDE 0530 T1 12.84 para potencia nominal

Intensidad arranque 427 A	Par de arranque 794 Nm	Momento de inercia 0.61 kg m ²	Nº arranques/hora 15
------------------------------	---------------------------	--	-------------------------

13.3. Anexo 3 Matriz de señales

La presente matriz de señales tiene carácter orientativo. El licitador deberá revisarla y proponer, junto con su oferta, las modificaciones o ampliaciones que resulten necesarias para la correcta integración en su sistema de control.

Los ajustes definitivos se acordarán en la fase de ingeniería de detalle y quedarán reflejados en el P&ID y en la Lista de I/O final aprobada por la Dirección Facultativa.

1. Bombas axiales VUPX0502 (14 Uds.)

Tag	Descripción	Tipo señal	Rango / Unidad	Comentarios
PAX##_CMD	Orden marcha / parada	DO 24 Vdc	0/1	Selector Local-0-Remoto en CCM
PAX##_RUN	Estado motor en marcha	DI 24 Vdc	0/1	Contacto auxiliar VFD
PAX##_FLT	Avería general	DI 24 Vdc	0/1	Fallo VFD o protección térmica
PAX##_SPD_REF	Consigna velocidad	AO 4-20 mA	4 mA = 0 %, 20 mA = 100 %	Limitada a 60 Hz
PAX##_FREQ_FB	Frecuencia real VFD	AI 4-20 mA	0-50 Hz	Escalado automático en PLC
PAX##_KW	Potencia absorbida	AI Modbus/TCP	0-50 kW	Actualización cada 5 s
PAX##_TEMP	Temp. estator	AI Pt100 (4-20 mA)	0-150 °C	Alarma ≥ 130 °C
PAX##_VIB	Vibración radial	AI 4-20 mA	0-25 mm/s	ISO 10816-3

2. Variadores de frecuencia (14 uds.)

Tag	Descripción	Tipo	Rango	Comentarios
VFD##_ENA	Permiso VFD	DO 24 Vdc	0/1	Interbloqueo puerta
VFD##_ALM	Alarma VFD	DI 24 Vdc	0/1	Código via Modbus opcional
VFD##_TEMP	Temp. electrónica	AI 4-20 mA	0-90 °C	Derating > 80 °C
VFD##_DCBUS	Tensión DCBus	AI 4-20 mA	0-800 V	Supervisión armónicos

3. Sensores radar de nivel (18 uds.)

Tag	Descripción	Tipo	Rango	Comentarios
LIT-RD##	Nivel foso recirculación	AI 4-20 mA	0-10 m	Precisión ± 2 mm
LIT-RD##_FAULT	Falla sensor	DI NAMUR	0/1	Autodiagnóstico

4. Caudalímetro electromagnético DN700

Tag	Descripción	Tipo	Rango	Comentarios
FIT-700	Caudal total recirculación	AI 4-20 mA	0–2 500 m ³ /h	Pulso 1 imp = 1 m ³
FIT-700_TOTAL	Volumen acumulado	Registrador	0–9 999 999 m ³	Retentivo
FIT-700_DIAG	Diagnóstico	Modbus/TCP	—	Alarma

5. Comunicación y buses

- Backbone EtherNet/IP (dúplex, fibra OM3, 1 Gbps).
- Red de campo anillo Profinet para radar y E/S remotas.
- Switches industriales Stratix 5700 y anillos DLR.

13.4. Anexo 4 Plan de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

A. Objeto y Alcance

Establecer las directrices mínimas de prevención de riesgos laborales, salud ocupacional y protección ambiental aplicables a todas las fases del proyecto de reposición de 14 bombas de recirculación externa en la EDAR del Baix Llobregat, incluyendo desmontaje, montaje, pruebas FAT/SAT, puesta en marcha y entrega de la documentación final.

B. Marco normativo de referencia

Nivel	Referencia principal
Europeo	Directiva 92/57/CEE (obras temporales o móviles); 2014/34/UE (ATEX); 2006/42/CE (máquinas); 2014/35/UE (baja tensión); 2014/30/UE (EMC)
Estatal	Ley 31/1995; R.D. 1627/1997 (obras de construcción); R.D. 1215/1997; R.D. 614/2001; R.D. 681/2003; R.D. 773/1997 y Reg. (UE) 2016/425 (EPI); Ley 7/2022 (residuos)
Autonómico	Decret 30/2015 (Generalitat – residuos industriales); Decret 148/1996 (servicios públicos de saneamiento)
Normas técnicas	ISO 45001:2018; ISO 14001:2015; ISO 13850; UNE-EN ISO 10816-3

C. Organización preventiva y responsabilidades

Rol	Responsable	Funciones clave
Promotor (ACA)	Jefe de Proyecto	Facilitar ESS/EBSS y supervisar cumplimiento contractual
Coordinador SyS (fase ejecución)	Técnico externo autorizado	Aprobar PSS, visitas semanales, actas de coordinación
Contratista principal	Jefe de Obra / Recurso preventivo	Elaborar y mantener PSS, CAE, registros LOTO, permisos
Subcontratas	Encargado de empresa	Cumplir PSS, aportar evaluación de riesgos y certificados EPI

D. Identificación y Evaluación de Riesgos Significativos

Nº	Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel	Medida de control principal
1	Espacio confinado (déficit O ₂ , H ₂ S)	Media	Alta	A	Permiso, ventilación, monitor multigás, rescate vertical
2	Izado de bombas (950 kg)	Baja	Alta	B	Plan de izado, radios, formación gruística, zona balizada
3	Tensión 400 V en VFD	Media	Media	B	LOTO, detector ausencia, guantes dieléctricos

4	Atmosfera II 3G	ATEX	Baja	Alta	B	Equipos Ex T4, control fuentes ignición, certificado inspección
5	Riesgo fangos	biológico	Media	Media	B	Mascarilla FFP3, vacunación antitetánica, duchas emergencia

E. Medidas preventivas y EPI mínimos

1. Espacios confinados: ventilación ≥ 10 renov/h; $O_2 > 20,5\%$; $H_2S < 10$ ppm; trípode + torno EN 795; rescatista acreditado.
2. Izado: grúa 40 Tm homologada, operador con carné tipo A; eslingas textil 2 m WLL 2 t con certificado < 12 meses; *tag-line* obligatoria.
3. Eléctrico: LOTO, detector ausencia tensión, guantes Clase 0, alfombra dieléctrica.
4. ATEX: equipos II 3G T4; prohibido herramientas que generen chispas; toma de tierra móvil.
5. Biológico/químico: guantes nitrilo + anticorte EN 388-4544, mono impermeable cat III-tipo 5/6, gafas panorámicas EN 166.

F. Plan de emergencias y autoprotección

- Teléfonos: 112 (emergencias), 061 (SEM), CORE (control EDAR) +34 933 70 29 91, Bomberos Prat +34 933 70 29 91.
- Vías de evacuación: señalizadas, libres $\geq 1,2$ m; punto de reunión en área de oficinas.
- Kit primeros auxilios ISO 2672; unidad O_2 portátil 15 min; ducha/lava-ojos a < 20 m de la zona de trabajo.
- Simulacro conjunto al 25 % y 75 % de obra.

G. Coordinación de Actividades Empresariales (CAE) y Formación

Documento	Responsable	Plazo
PSS adaptado y firmado	Contratista	≤ 15 días tras contrato
Evaluaciones de subcontratas	Cada subcontrata	Antes de inicio
Registros CAE (ITV grúa, certificados Ex, formación)	Contratista	Antes de entrada
Informe cierre HSE	Contratista	≤ 15 días post-obra

Formación mínima: Inducción HSE (2 h), trabajo en espacios confinados (8 h), riesgo eléctrico BT (6 h), LOTO (4 h), izado cargas (4 h).

H. Gestión ambiental y de residuos

- Segregación de aceites, lodos, RCD y chatarra in-situ en contenedores identificados.
- Gestión mediante gestor autorizado; partes FIR/FS/DI; trazabilidad en plataforma SDR.
- Vigilar derrames: kit absorbente 80 l cercano; registro DOE-55 en caso de vertido.
- Emisiones ruidosas < 85 dB(A) a 1 m; horario 08:00–19:00 h; medición SON-05 semanal.

I. Seguimiento, Inspecciones y KPI

Indicador	Meta
TRIR (Tasa incidentes)	0
Nº inspecciones in situ	≥ 1 / sem
% acciones correctivas cerradas	≥ 95 % en 14 días
Volumen residuo valorizado	≥ 80 %

J. Documentación mínima a entregar por el contratista

1. PSS completo firmado (PDF + editable).
2. Registros LOTO, permisos espacio confinado, check-list de izado.
3. Certificados EPI, máquinas, grúa, equipos Ex.
4. Listado de personal y formación acreditada.
5. Parte mensual KPI HSE.
6. Informe de cierre HSE y acta recepción.

K. Cronograma HSE (hitos clave)

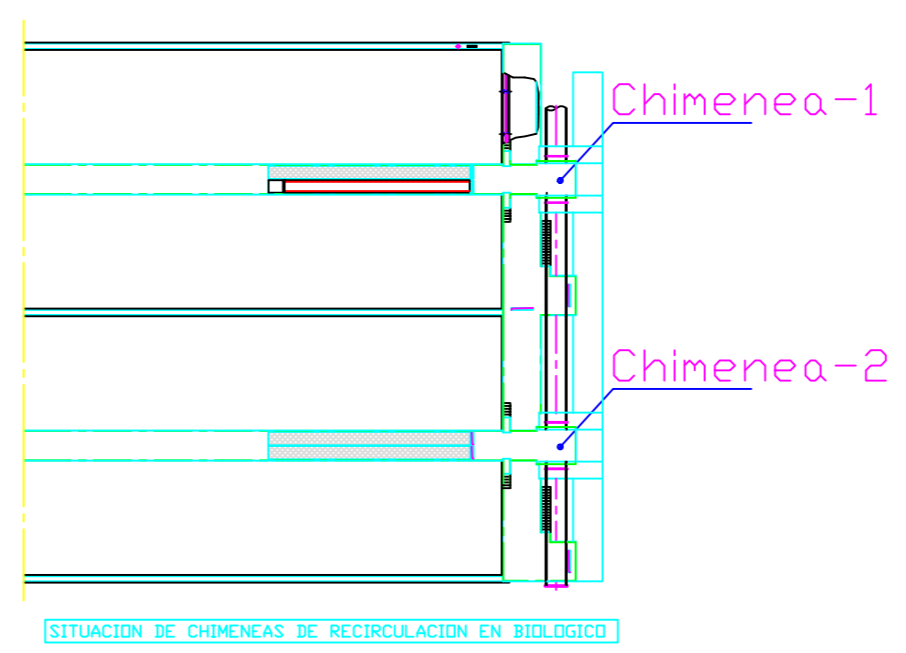
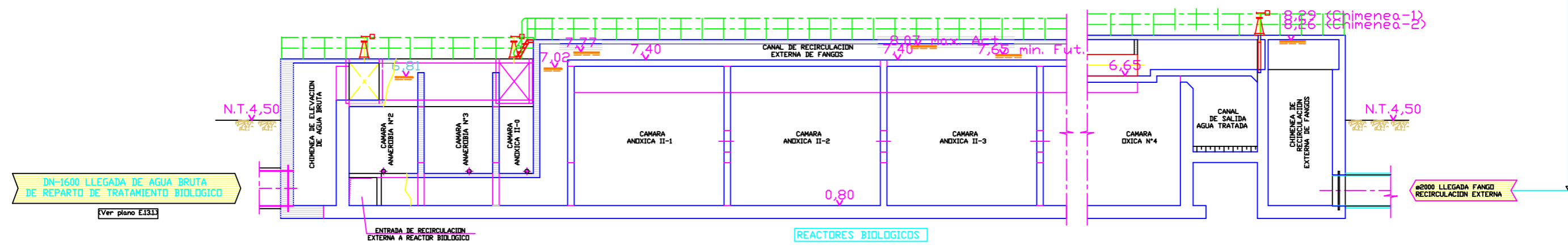
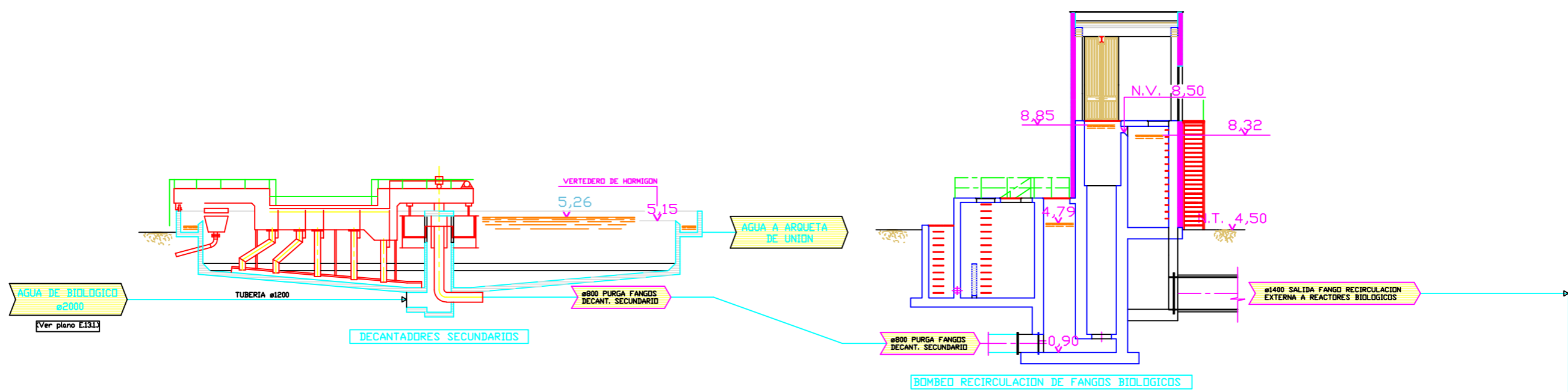
Semana	Entregable
2	PSS presentado
4	PSS aprobado
5	Formación espacios confinados concluida
8	Primer simulacro emergencia
12	Auditoría interna ISO 45001
20	Simulacro final y cierre HSE

L. Aprobación y actualizaciones

El PSS deberá ser aprobado por el Coordinador SyS antes de la movilización de recursos. Cualquier cambio en métodos, personal o secuencia requerirá revisión y re-aprobación en un plazo máximo de 5 días.

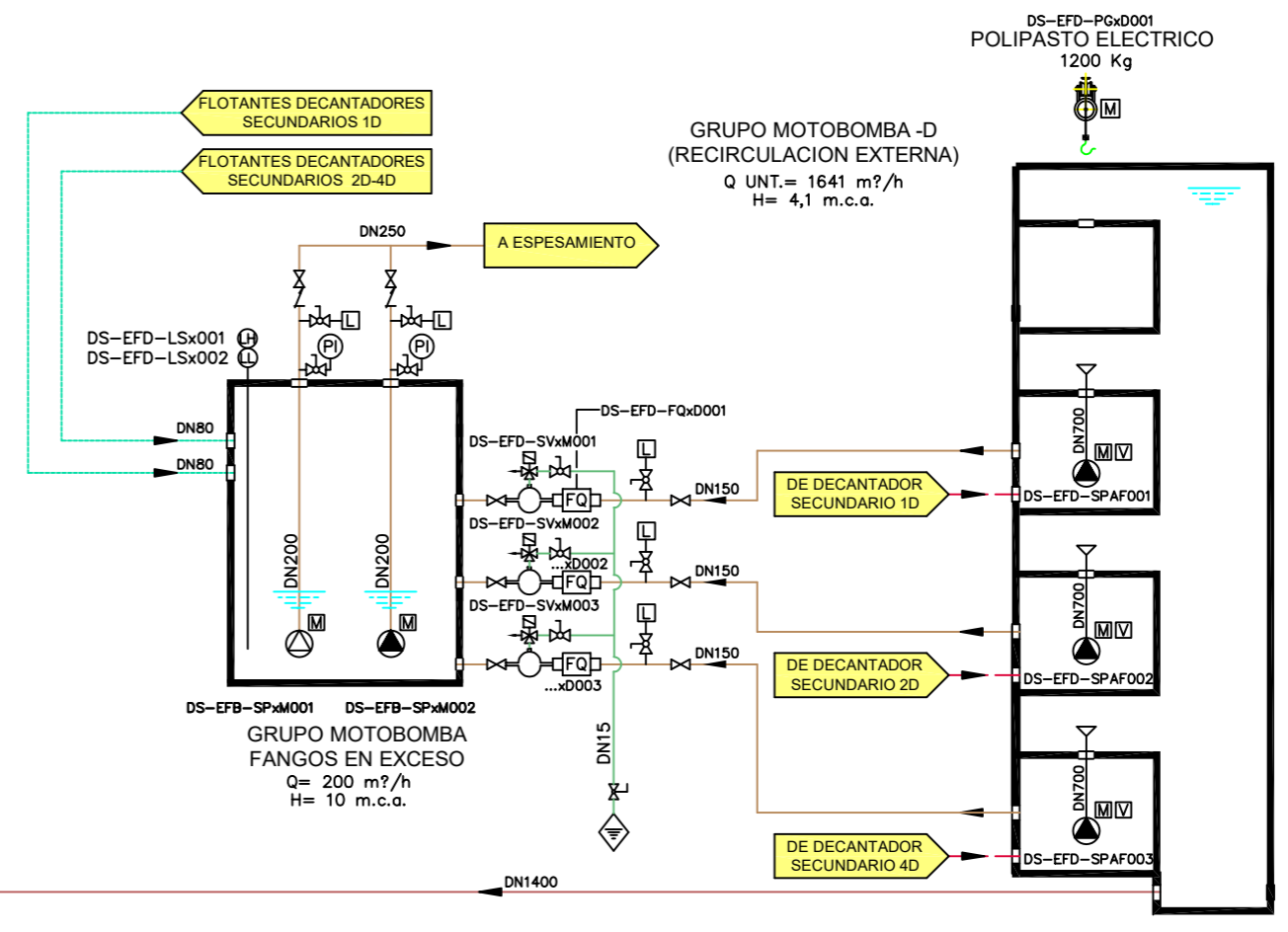
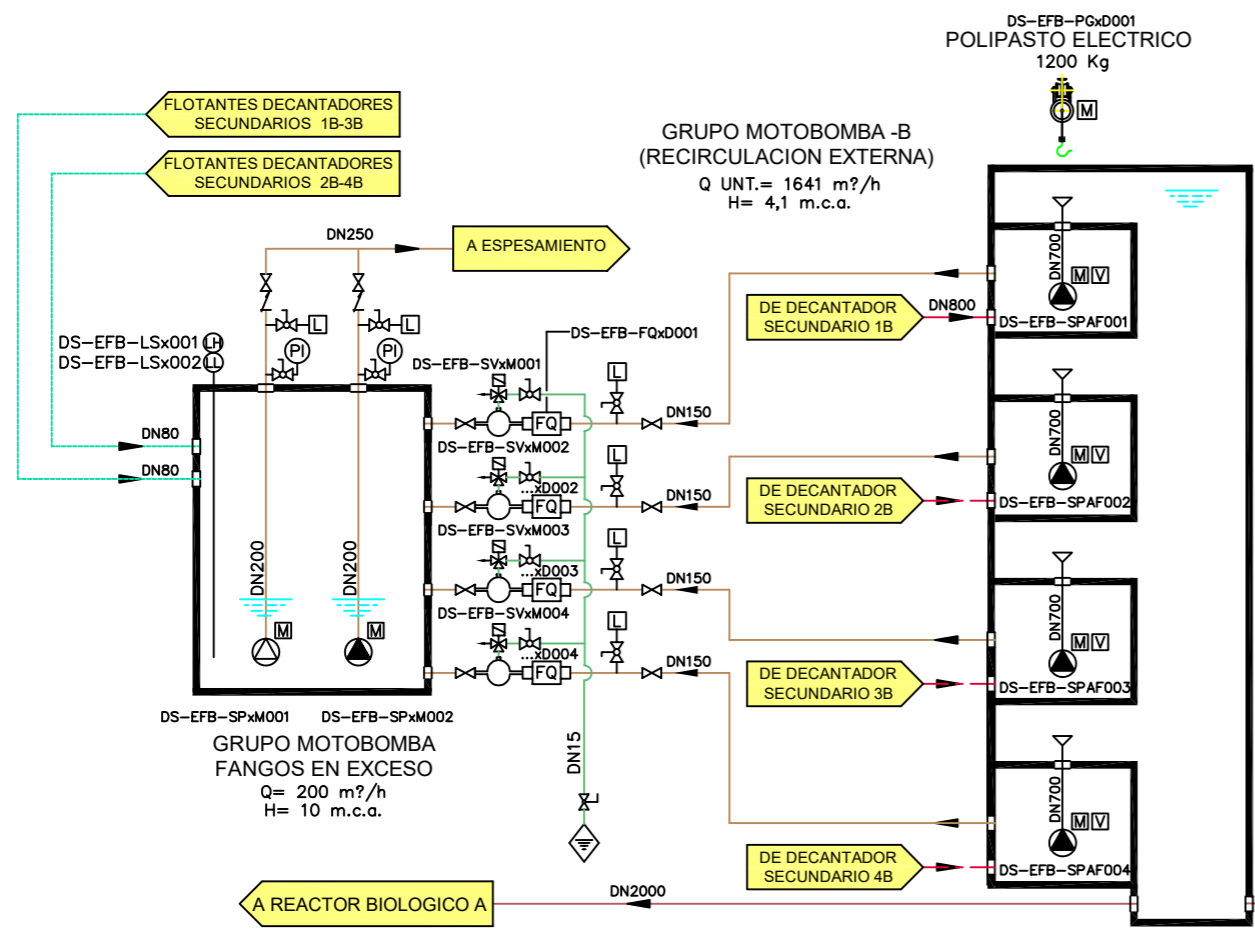
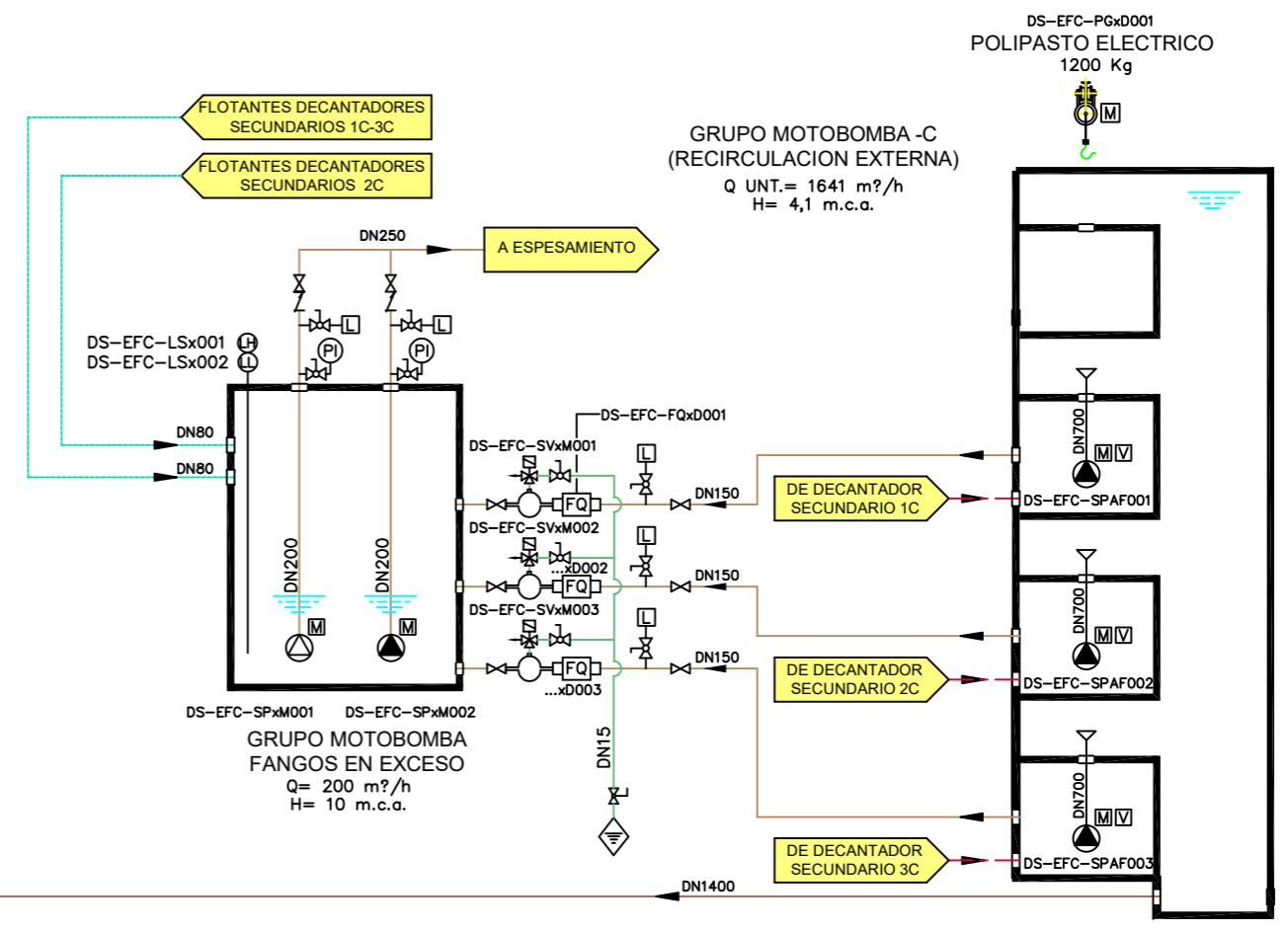
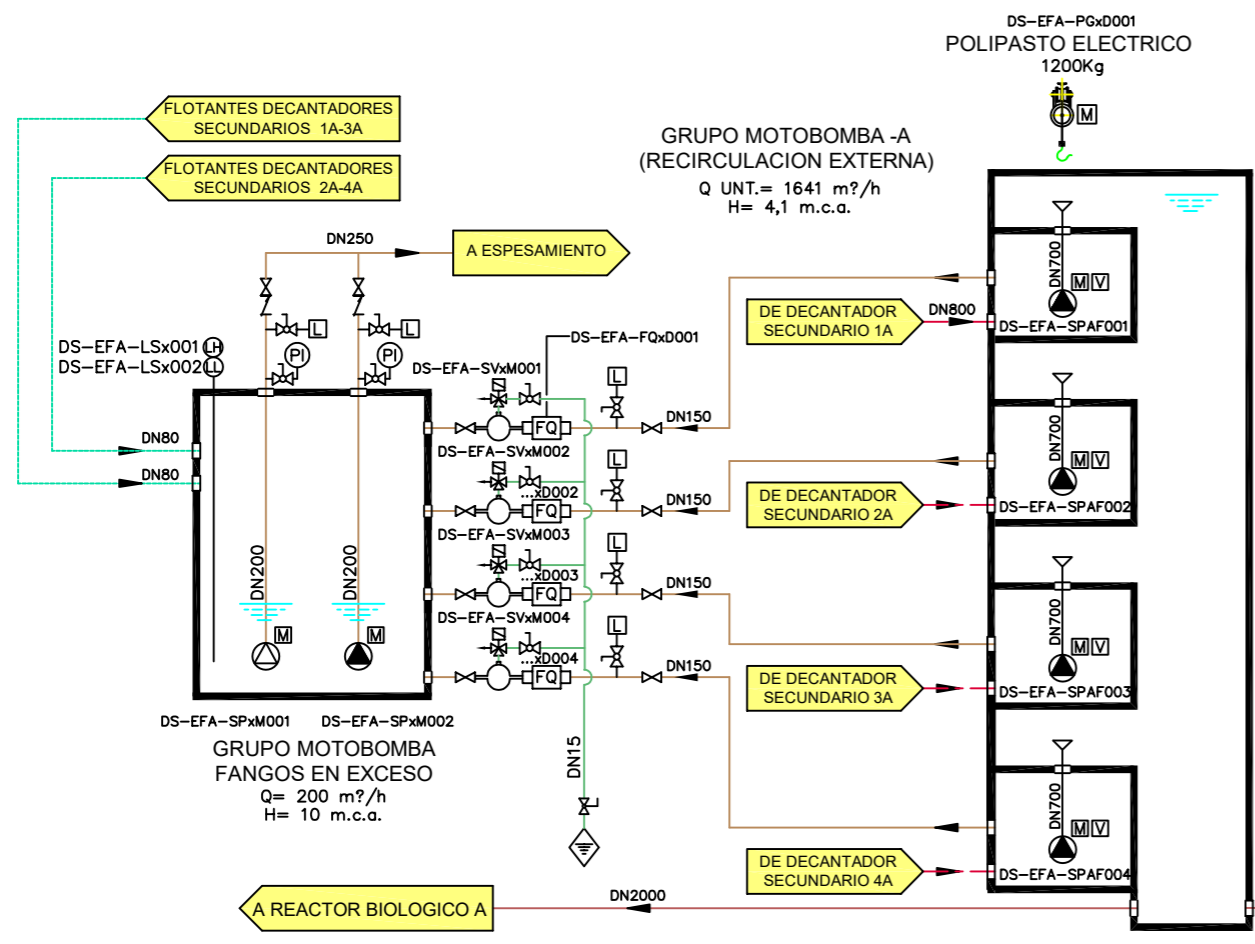
13.5. Anexo 5 Planos y documentación de proyecto original

Esta documentación, mayoritariamente, es la del proyecto original por lo que no estará actualizada completamente, aunque es una base para entender el alcance.



SITUACION DE CHIMENEAS DE RECIRCULACION EN BIOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ESCALA: REVISION: FORMATO: NOM. FICH.: ESC.: PLOTTER: FECHA EMISION: FEBRERO-04



U.T.E. DEPURBAIXLA:
O.V.E. SMD'Ugo sca,sp
Agbar
SOCIEDAT GENERAL D'AIGÜES DE BARCELONA, S.A.



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO 16.8281

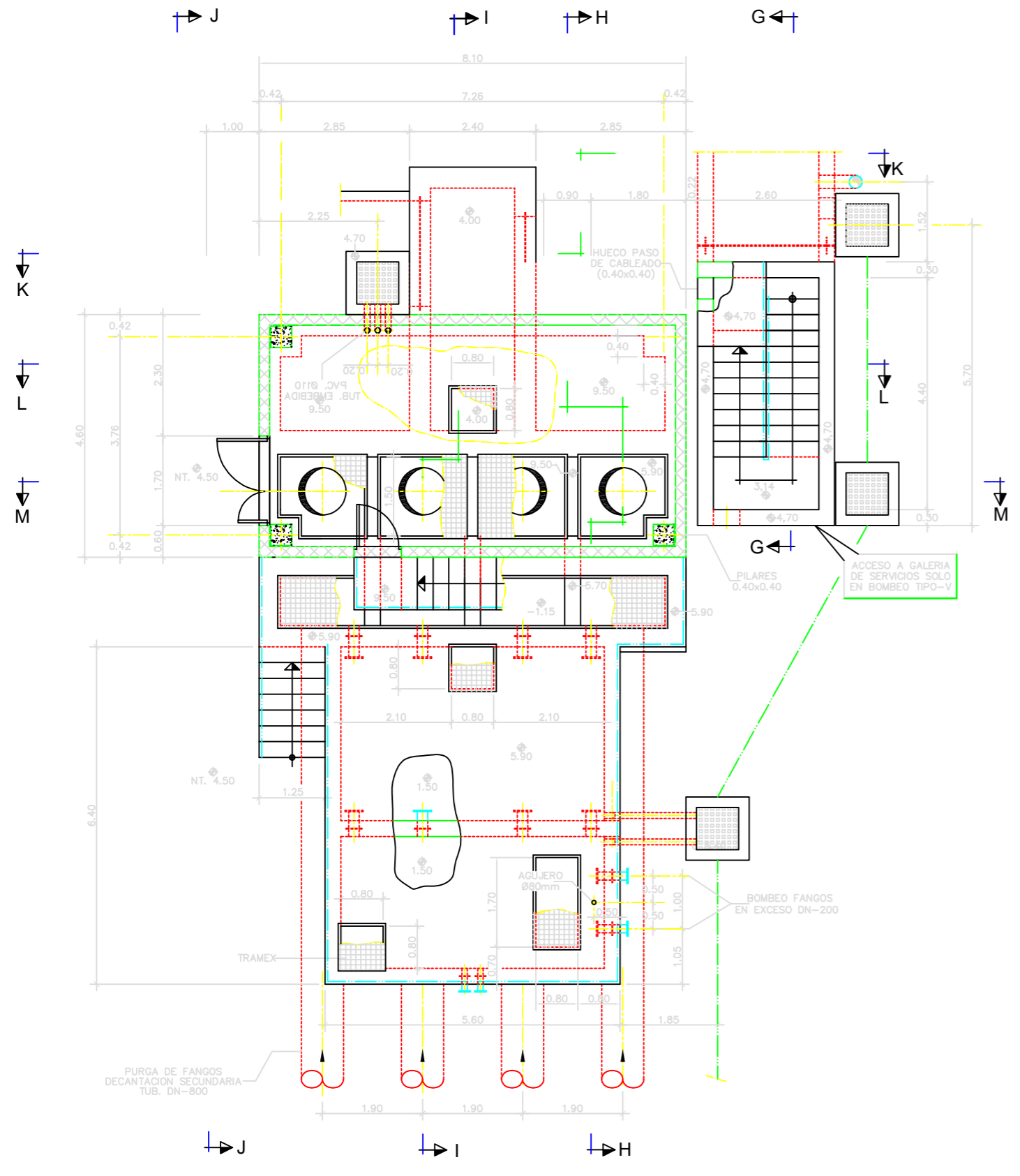
TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACION
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
SIN ESCALA

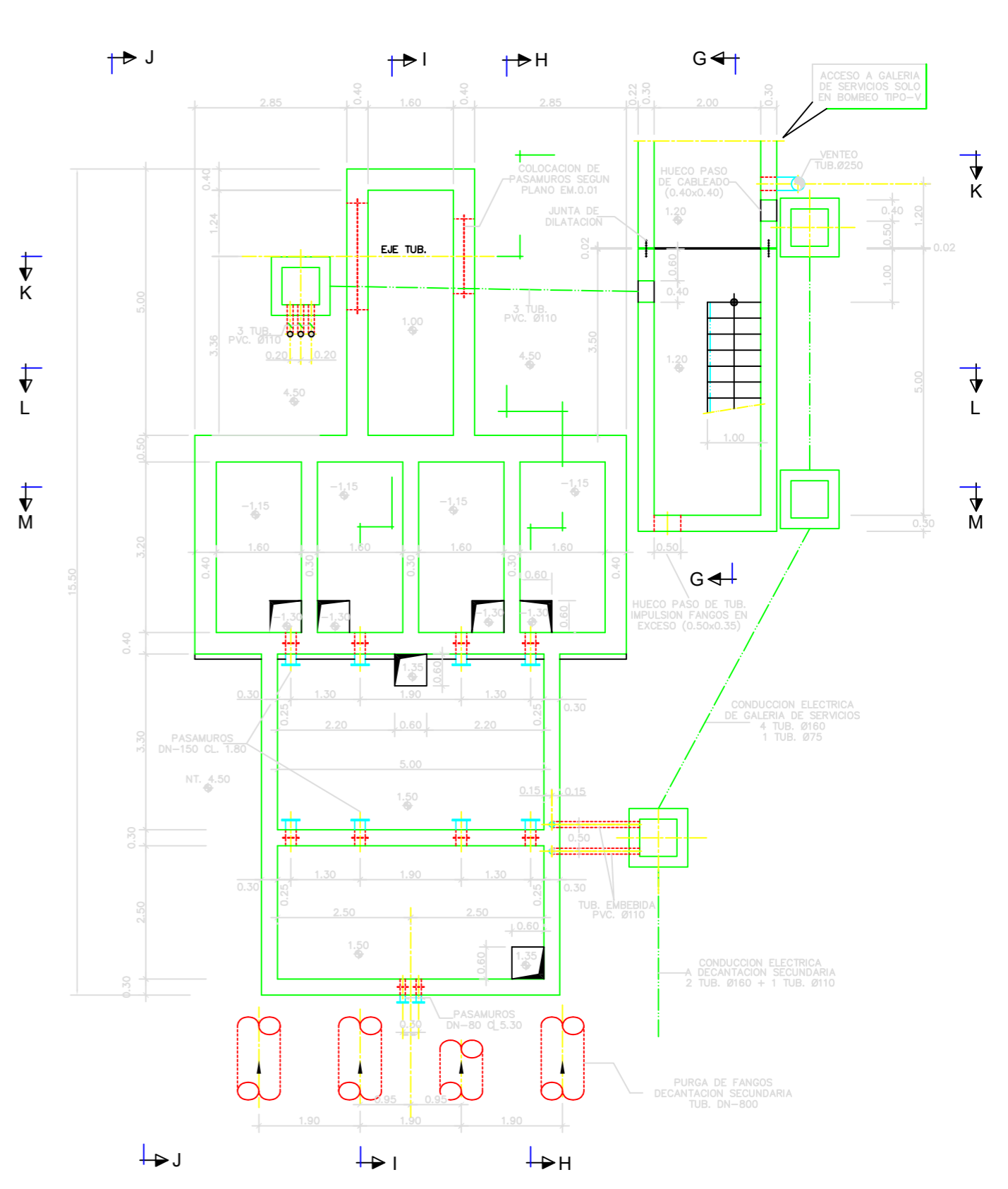
TITULO DEL PLANO:
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO
LINEA DE AGUA
RECIRCULACION DE FANGOS

PLANO N°:
DF.08
FECHA:
FEBRERO 2004

DEPARTAMENTO OBRAS
 ESCALA 50
 REVISION 5
 FORMATO A1
 NOM. FICH. L-08-003
 ESC. PLOTTER 20m-1
 FECHA EMISION



PLANTA SIN CUBIERTAS
 ESCALA 1/50



SECCION POR LA COTA 3.00
 ESCALA 1/50

NOTA: VER ESCALERA DE ACCESO EN PLANOS OC.9.8 Y OC.9.9



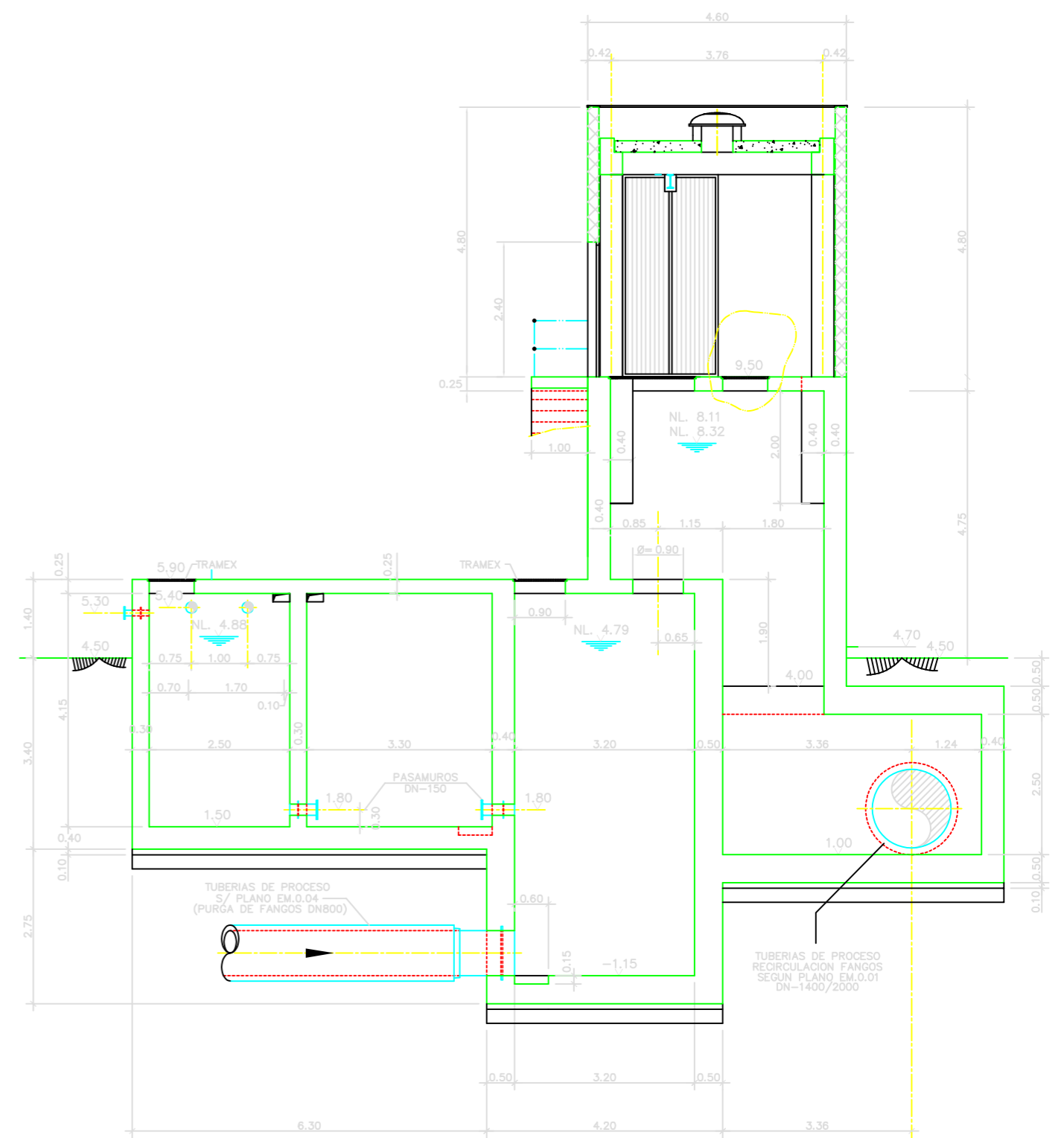
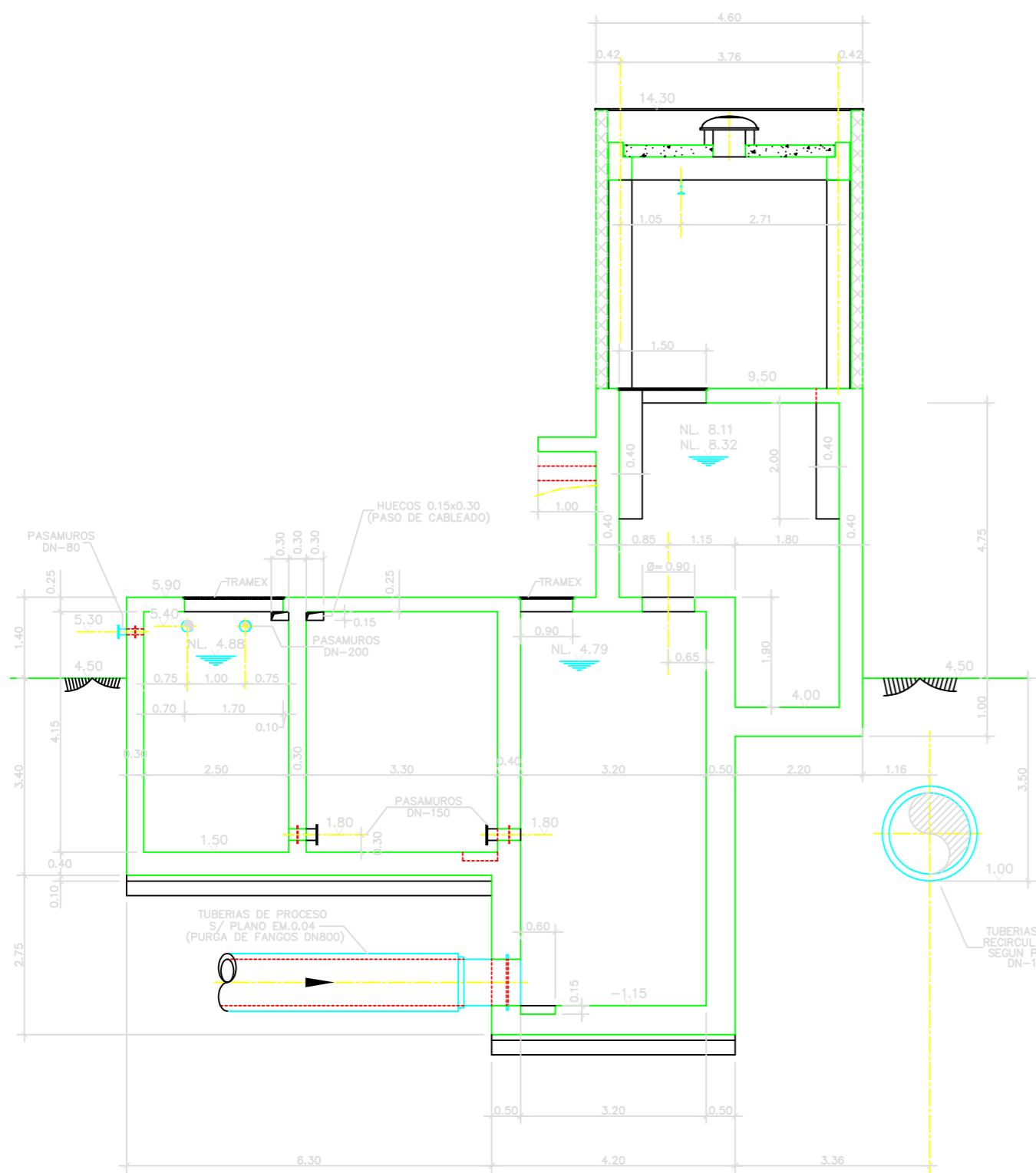
INGENIERO DE CAMINOS
 AUTOR DEL PROYECTO:
 FERNANDO GARCIA ARRIBAS
 COLEGIADO N.º 381

TITULO PROYECTO
 PROYECTO DE LIQUIDACION
 DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
 LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
 ESCALA DIN-A1: 1:50
 ESCALA DIN-A3: 1:100

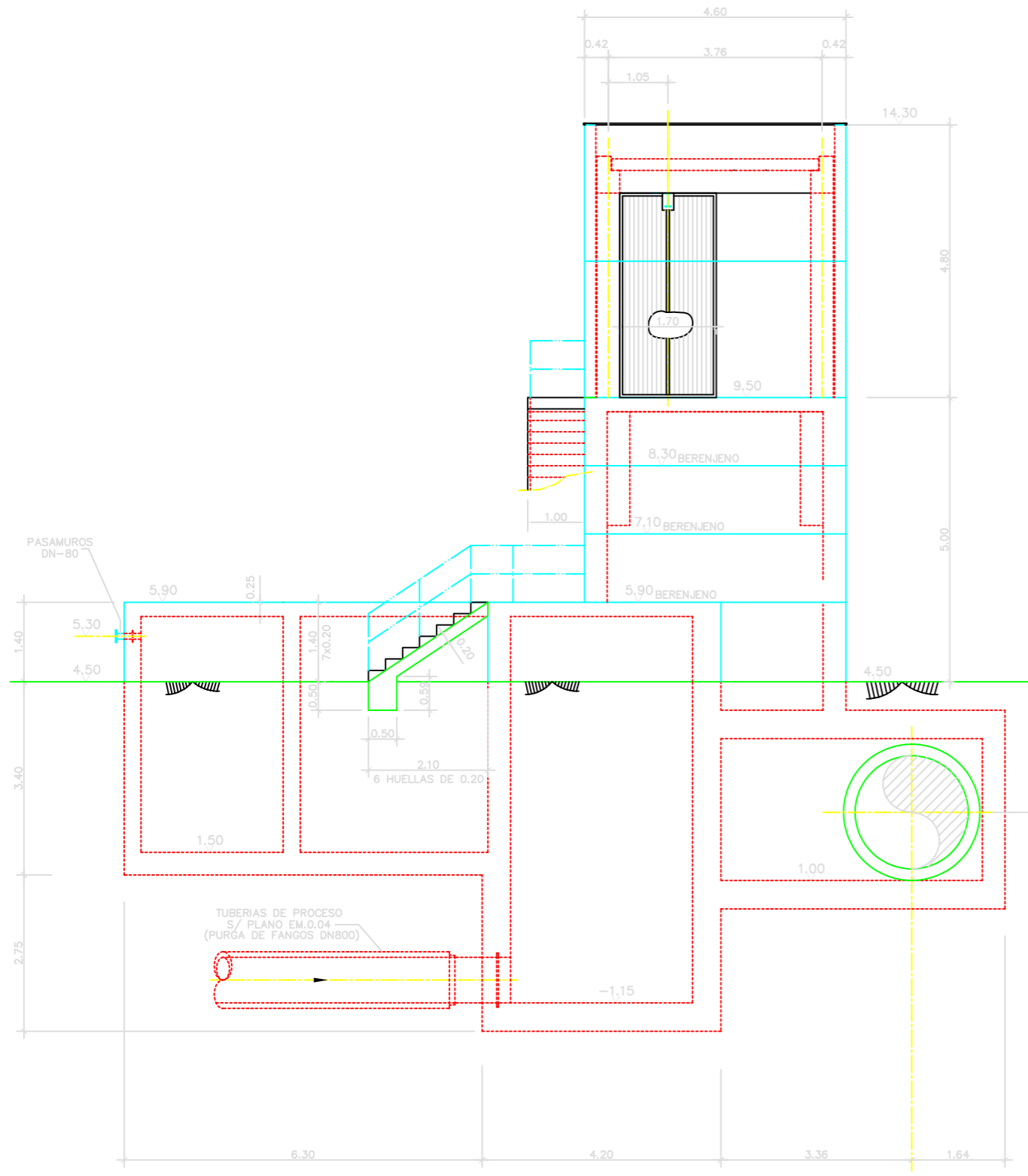
TITULO DEL PLANO:
 BOMBEO RECIRCULACION FANGOS BIOLÓGICOS
 Y FANGOS EN EXCESO
 PLANTAS DEFINICION GEOMETRICA TIPO III Y IV

PLANO N.º :
 OC.9.3
 FECHA :
 FEBRERO 2004

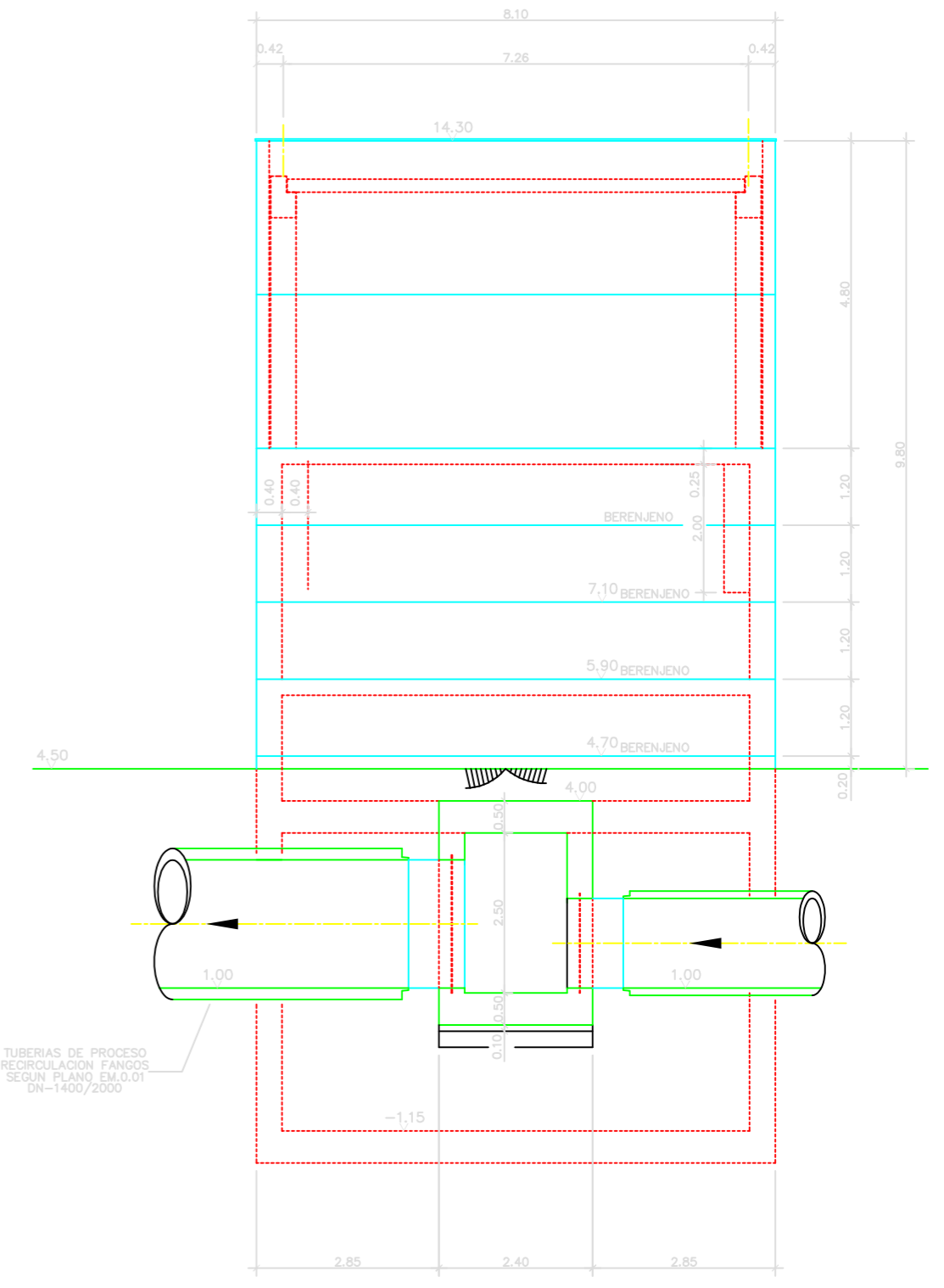


NOTA: VER ESCALERA DE ACCESO EN PLANOS OC.9.8 Y OC.9.9

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC.	PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	50	2	A1	L-08-005		20x1	



SECCION C-C (SEGUN DIBUJO)
SECCION J-J (SIMETRICA)
ESCALA 1/50



SECCION D-D
ESCALA 1/50

NOTA: VER ESCALERA DE ACCESO EN PLANOS OC.9.8 Y OC.9.9



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:

FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO N.º 381

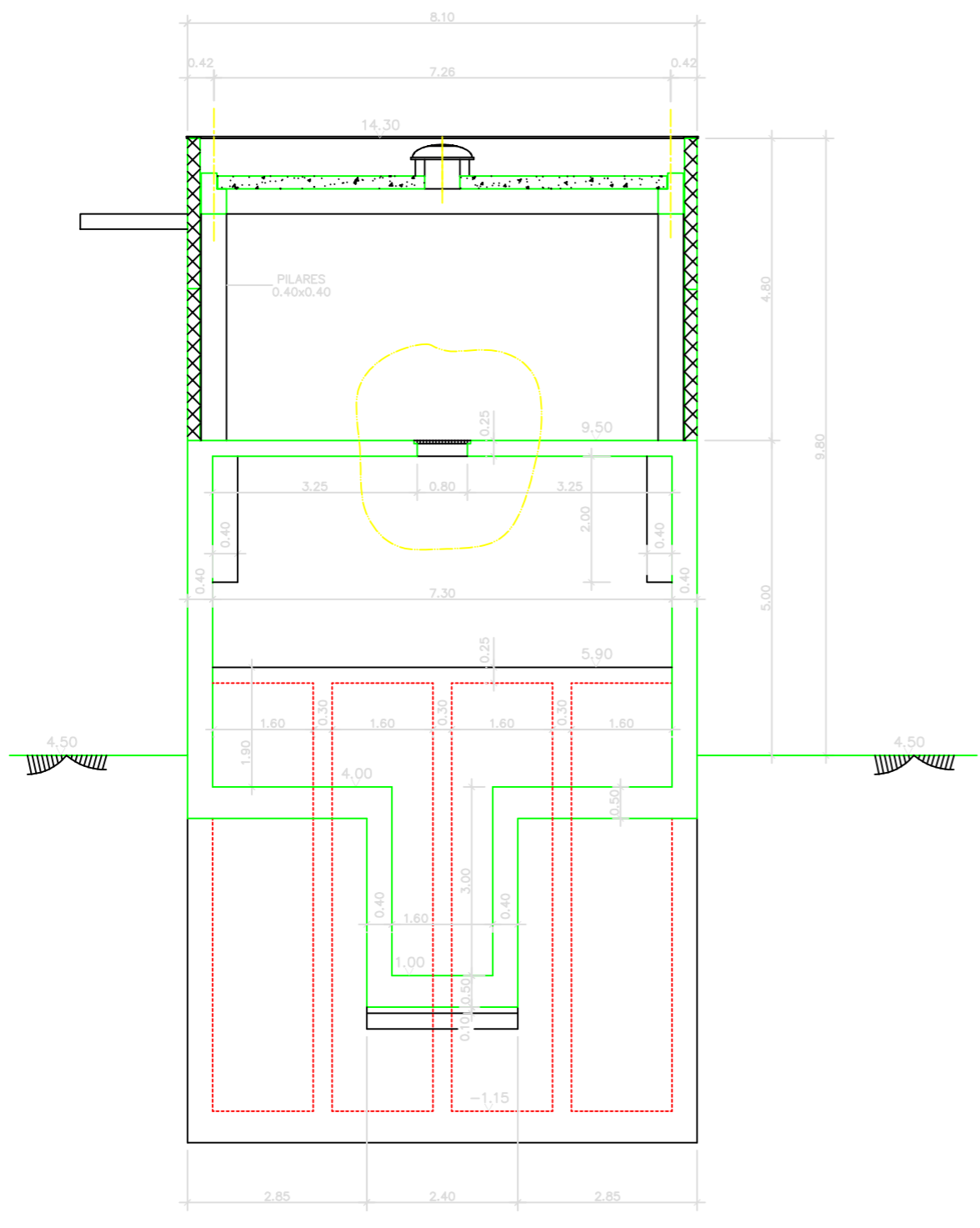


TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACION
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

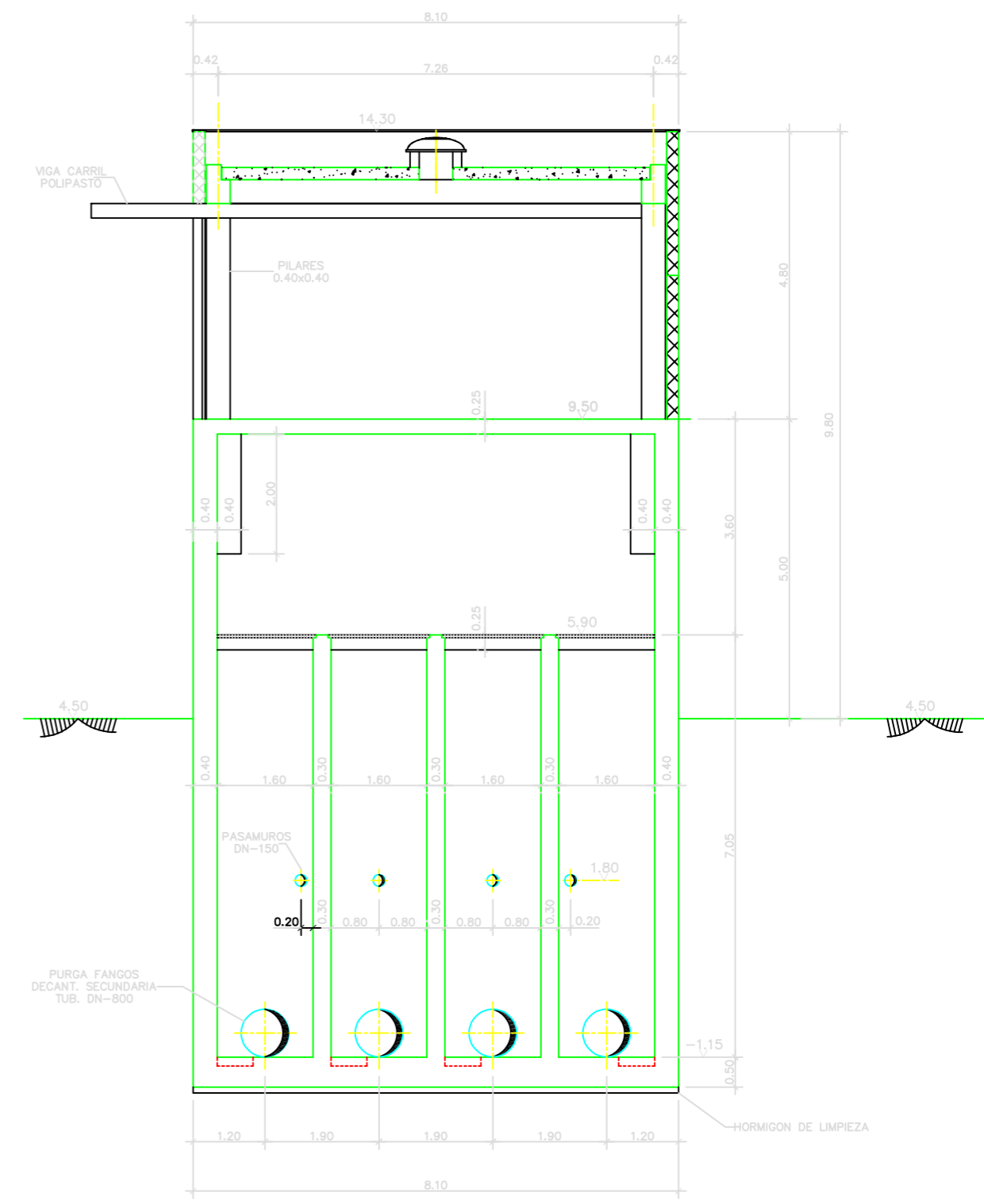
ESCALAS:
ESCALA DIN-A1: 1: 50
ESCALA DIN-A3: 1: 100

TITULO DEL PLANO:
BOMBEO RECIRCULACION FANGOS BIOLOGICOS
Y FANGOS EN EXCESO
SECCIONES HOJA-II DEFINICION GEOMETRICA

PLANO N° :
OC.9.5
FECHA :
FEBRERO 2004



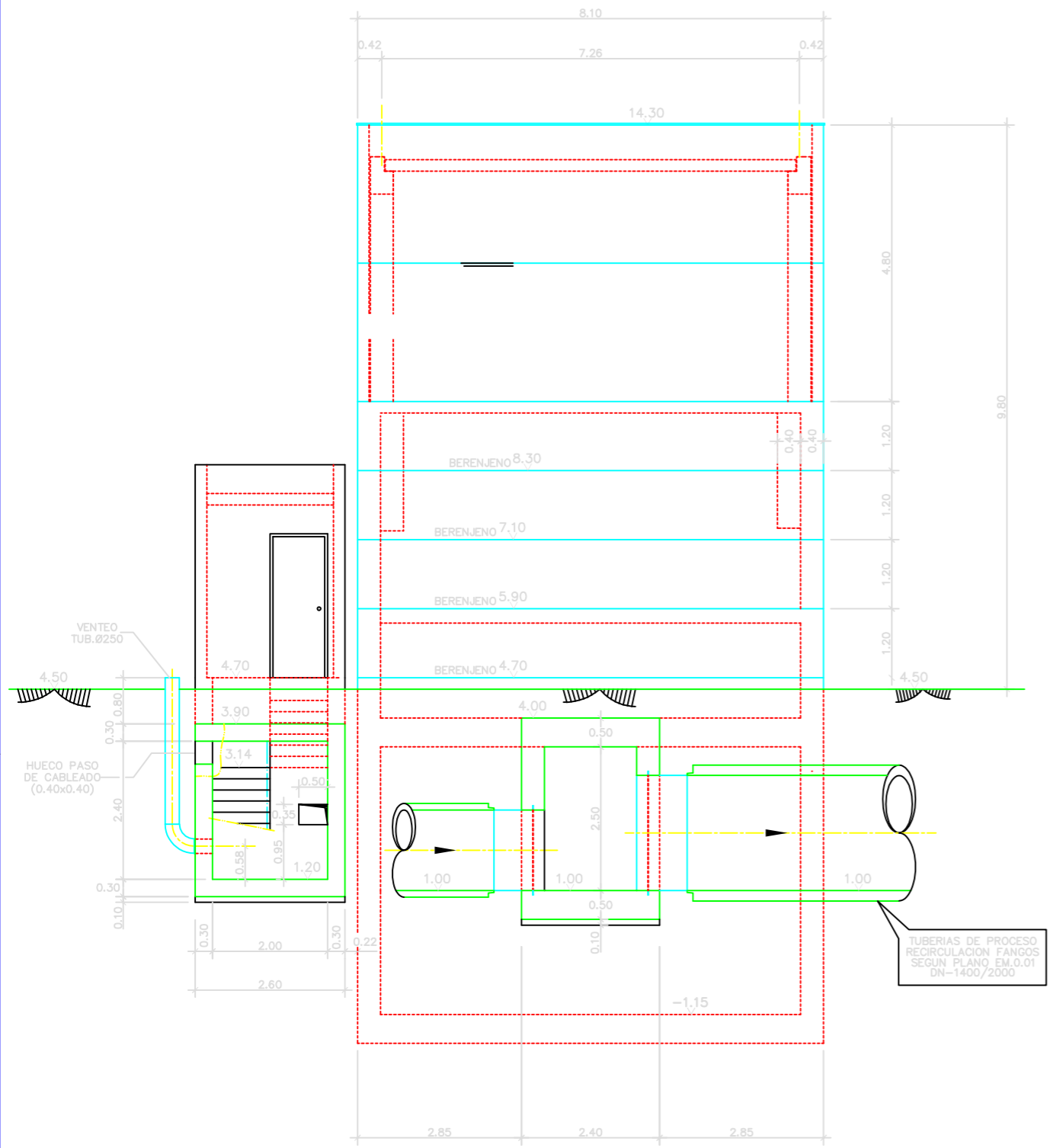
SECCION E-E (SEGUN DIBUJO)
SECCION L-L (SIMETRICA)
ESCALA 1/50



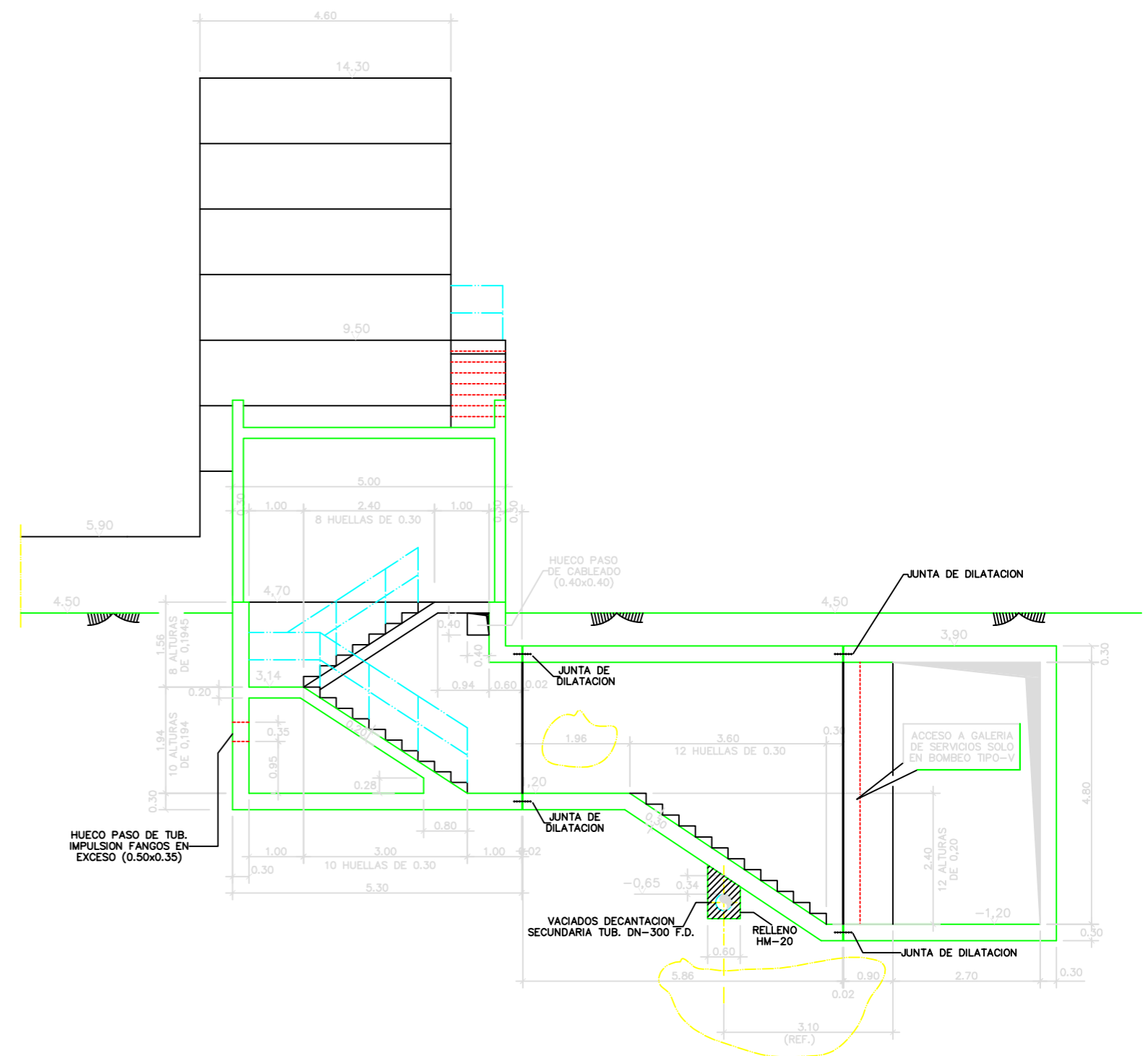
SECCION F-F (SEGUN DIBUJO)
SECCION M-M (SIMETRICA)
ESCALA 1/50

NOTA: EN LAS SECCIONES L-L Y M-M NO SE REPRESENTA EL ACCESO A GALERIA QUE VA EN EL BOMBEO TIPO-IV POR MAYOR CLARIDAD DEL DIBUJO

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC.	PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	50	1	A1	L-08-007	20=1		



SECCION K-K
ESCALA 1/50



SECCION G-G (SOLO EN BOMBEO-IV)
ESCALA 1/50

NOTA: VER ESCALERA DE ACCESO EN PLANOS OC.9.8 Y OC.9.9



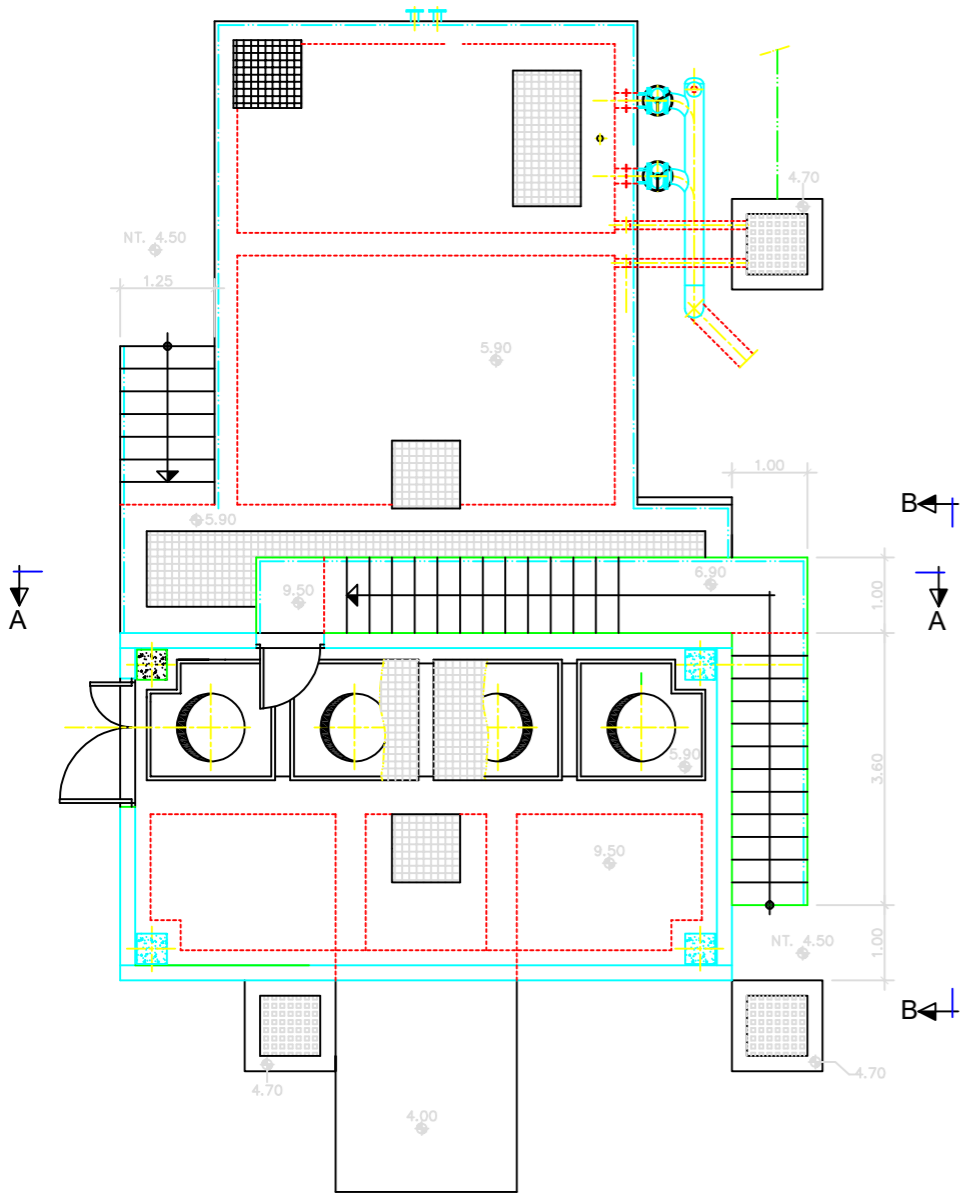
INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO N.º 381

TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACION
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

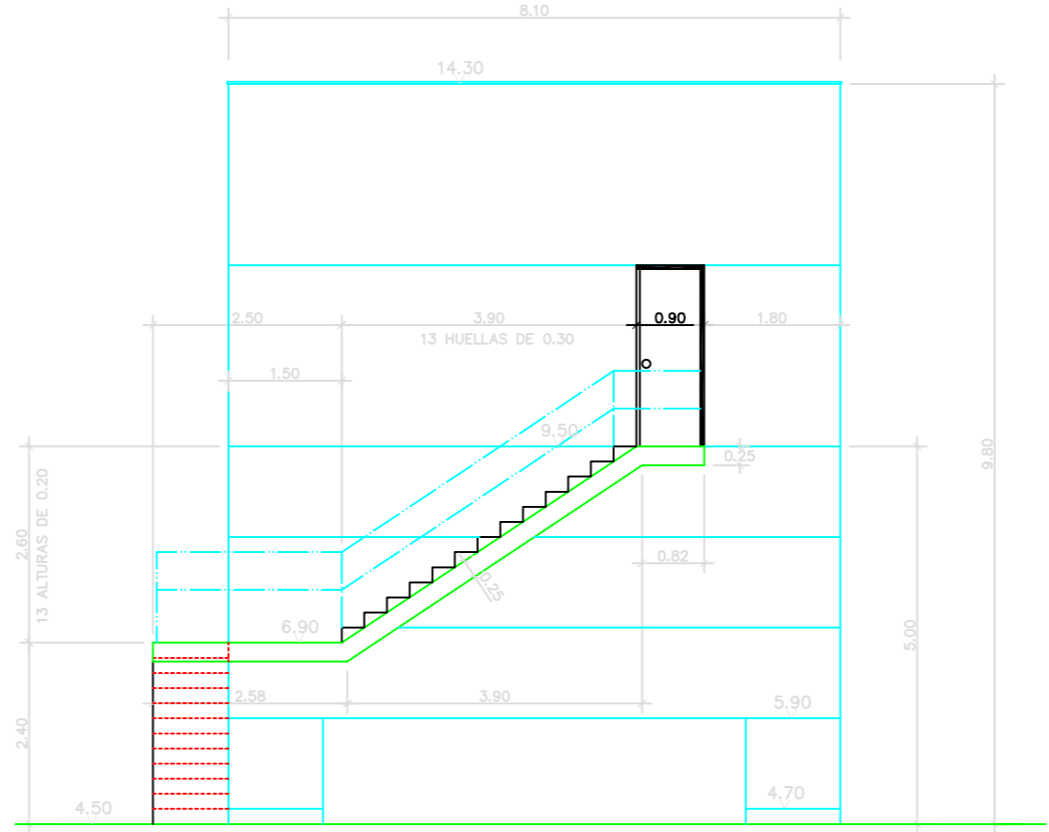
ESCALAS:
ESCALA DIN-A1: 1: 50
ESCALA DIN-A3: 1: 100

TITULO DEL PLANO:
BOMBEO RECIRCULACION FANGOS BIOLOGICOS
Y FANGOS EN EXCESO
SECCIONES HOJA-IV DEFINICION GEOMETRICA

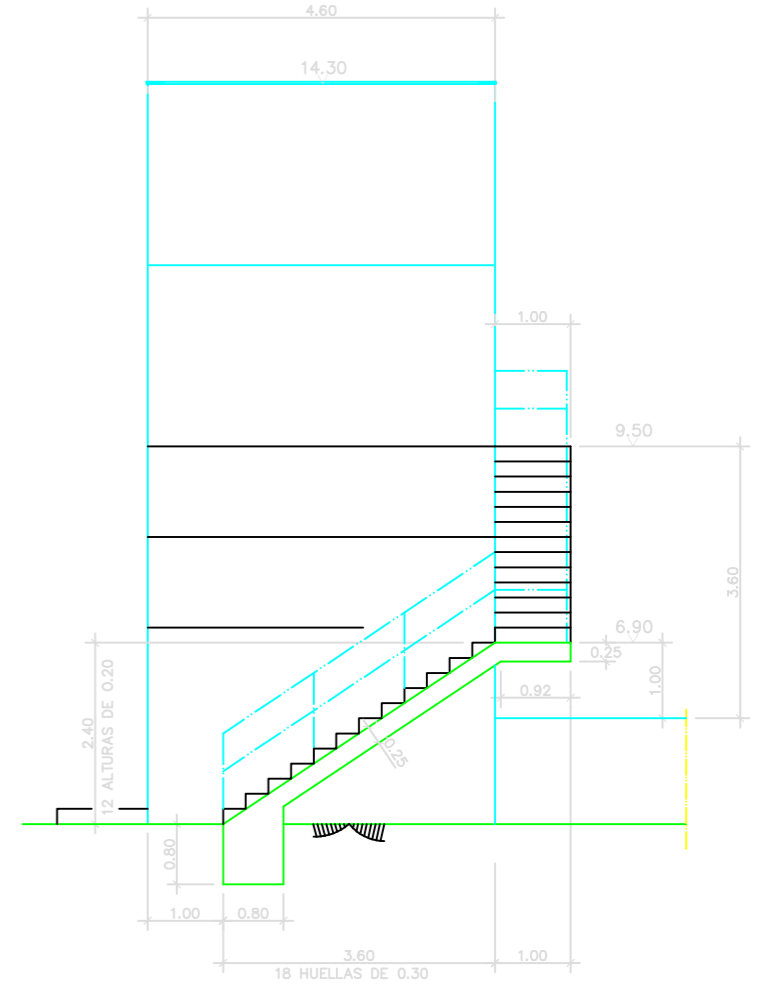
PLANO N.º :
OC.9.7
FECHA :
FEBRERO 2004



PLANTA BOMBEO TIPO I y II (SEGUN DIBUJO)
PLANTA BOMBEO TIPO III (MANO CONTRARIA)
ESCALA 1/50



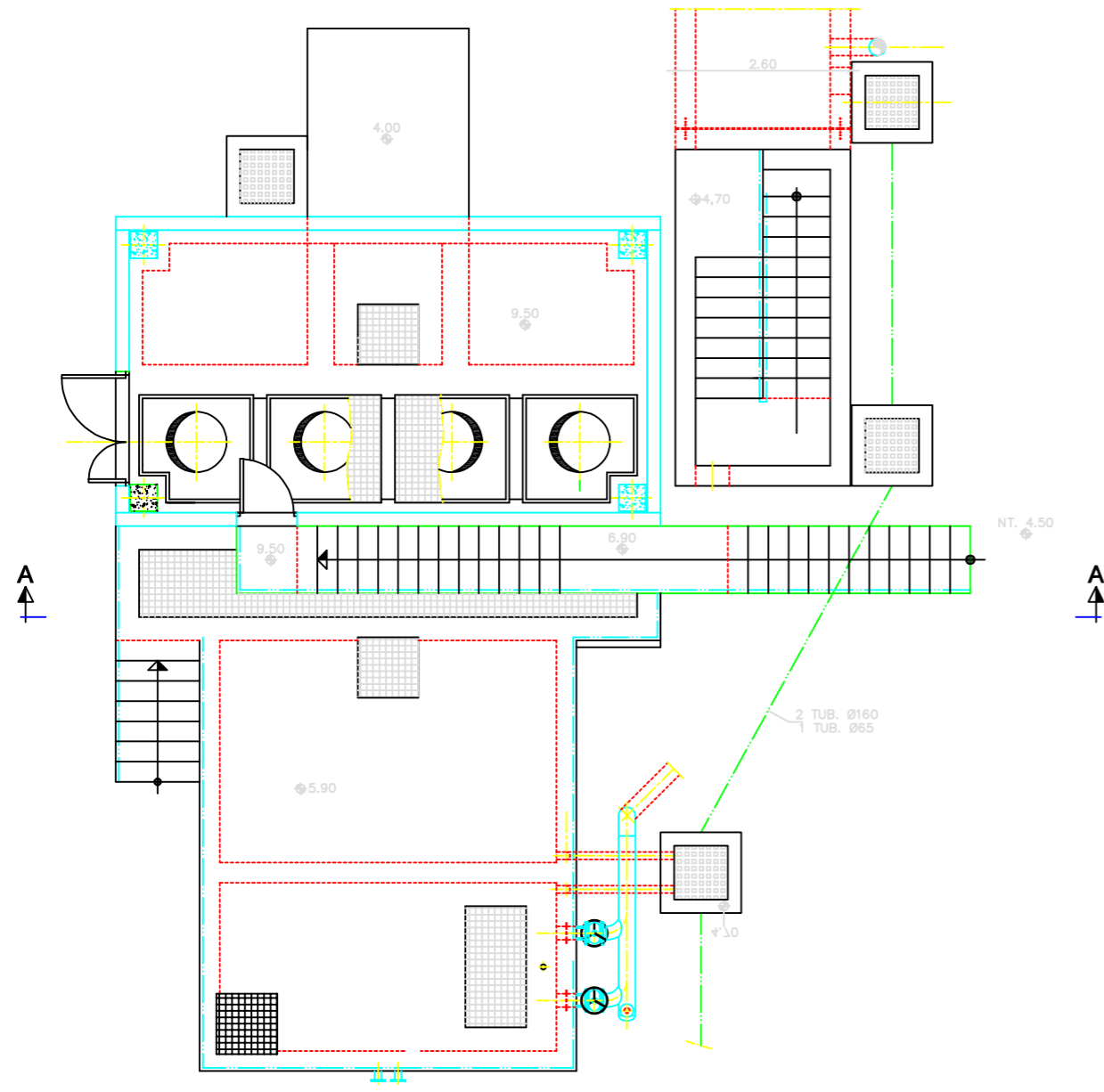
SECCION A-A
ESCALA 1/50



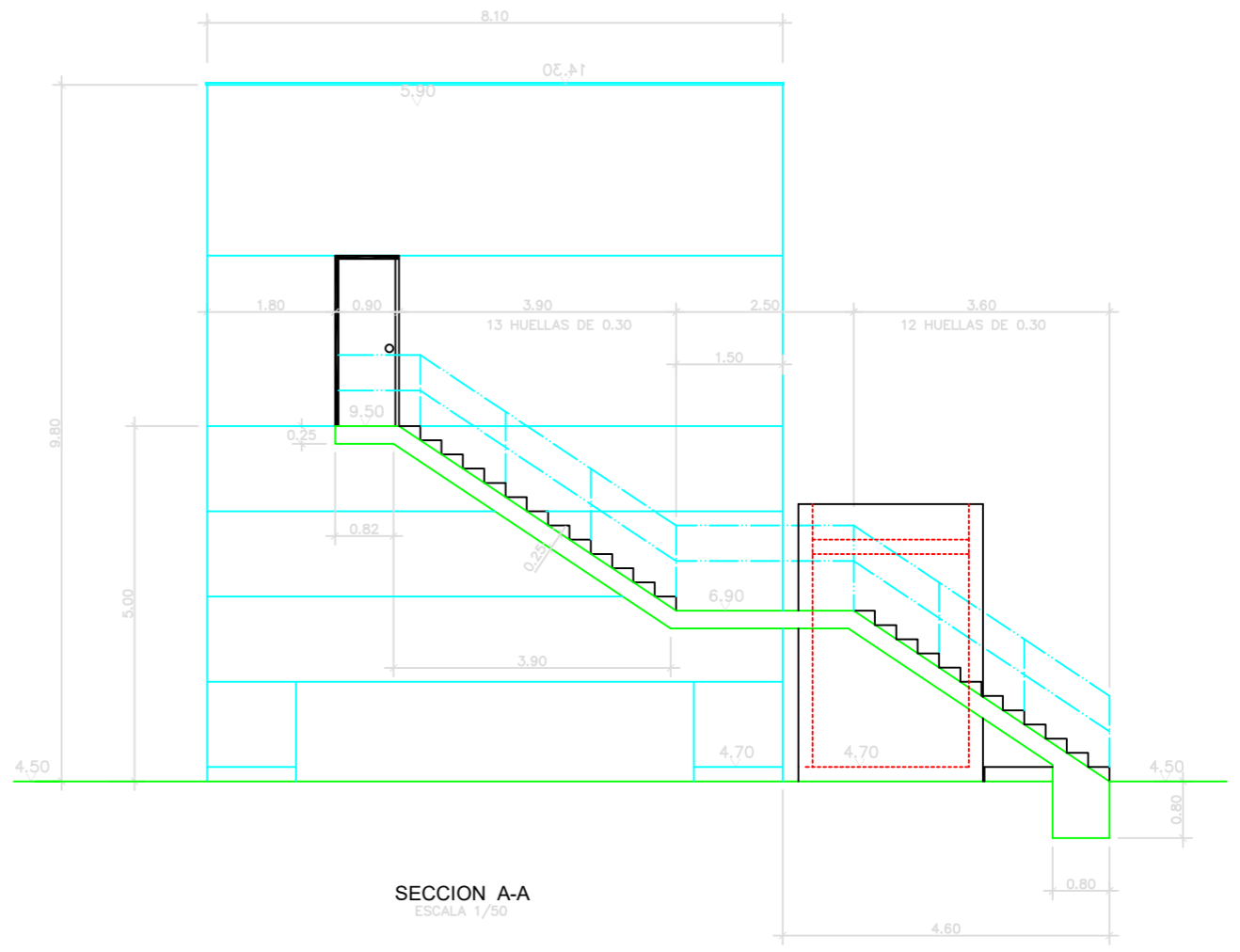
VISTA POR B-B
ESCALA 1/50

NOTA:
ESTE PLANO ESTA EDITADO SOLO PARA LA EJECUCION DE LA ESCALERA DE ACCESO
EL RESTO DE INFORMACION FIGURA EN EL PLANO CORRESPONDIENTE A CADA BOMBEO

DEPARTAMENTO	REVISION	ESCALA	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	50	A1	L-09-09		20-1	



PLANTA BOMBEO TIPO IV
ESCALA 1/50



SECCION A-A
ESCALA 1/50

NOTA:
ESTE PLANO ESTA EDITADO SOLO PARA LA EJECUCION DE LA ESCALERA DE ACCESO
EL RESTO DE INFORMACION FIGURA EN EL PLANO CORRESPONDIENTE A CADA BOMBEO



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:

FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGADO N.º 3981



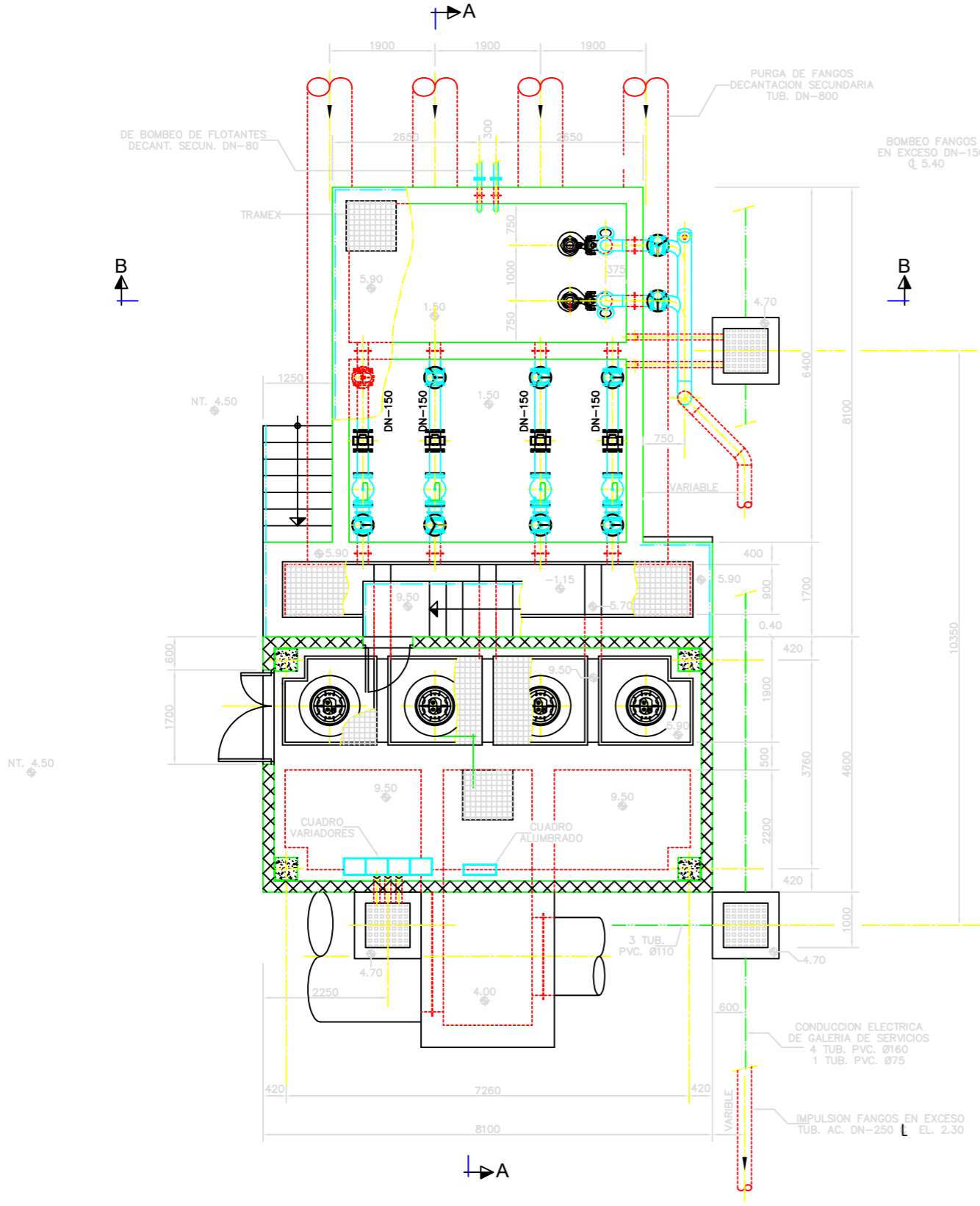
TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACION
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
ESCALA DIN-A1: 1: 50
ESCALA DIN-A3: 1: 100

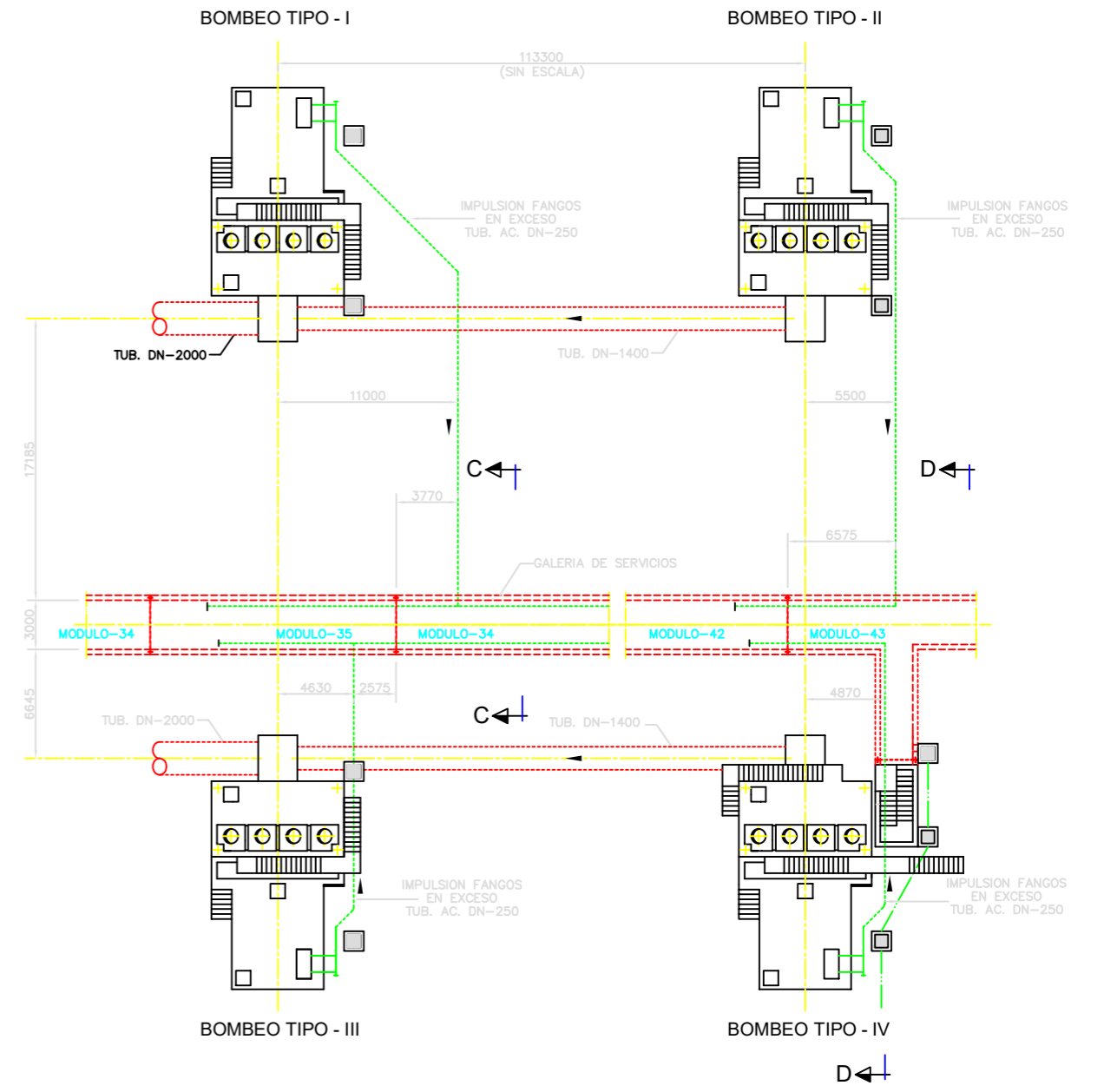
TITULO DEL PLANO:
BOMBEO RECIRCULACION FANGOS BIOLÓGICOS
Y FANGOS EN EXCESO
ESCALERA DE ACCESO BOMBEO TIPO-IV

PLANO N.º :
OC.9.9
FECHA :
FEBRERO 2004

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC.	PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	50	A1	L-09-013	1=50			



PLANTA BOMBEO TIPO -I y II (SEGUN DIBUJO)
 PLANTA BOMBEO TIPO -III y IV (SIMETRICOS)
 ESCALA 1/50



PLANTA CLAVE
 ESCALA 1/200



INGENIERO DE CAMINOS
 AUTOR DEL PROYECTO:
 FERNANDO GARCIA ARRIBAS
 COLEGIADO N.º 8381

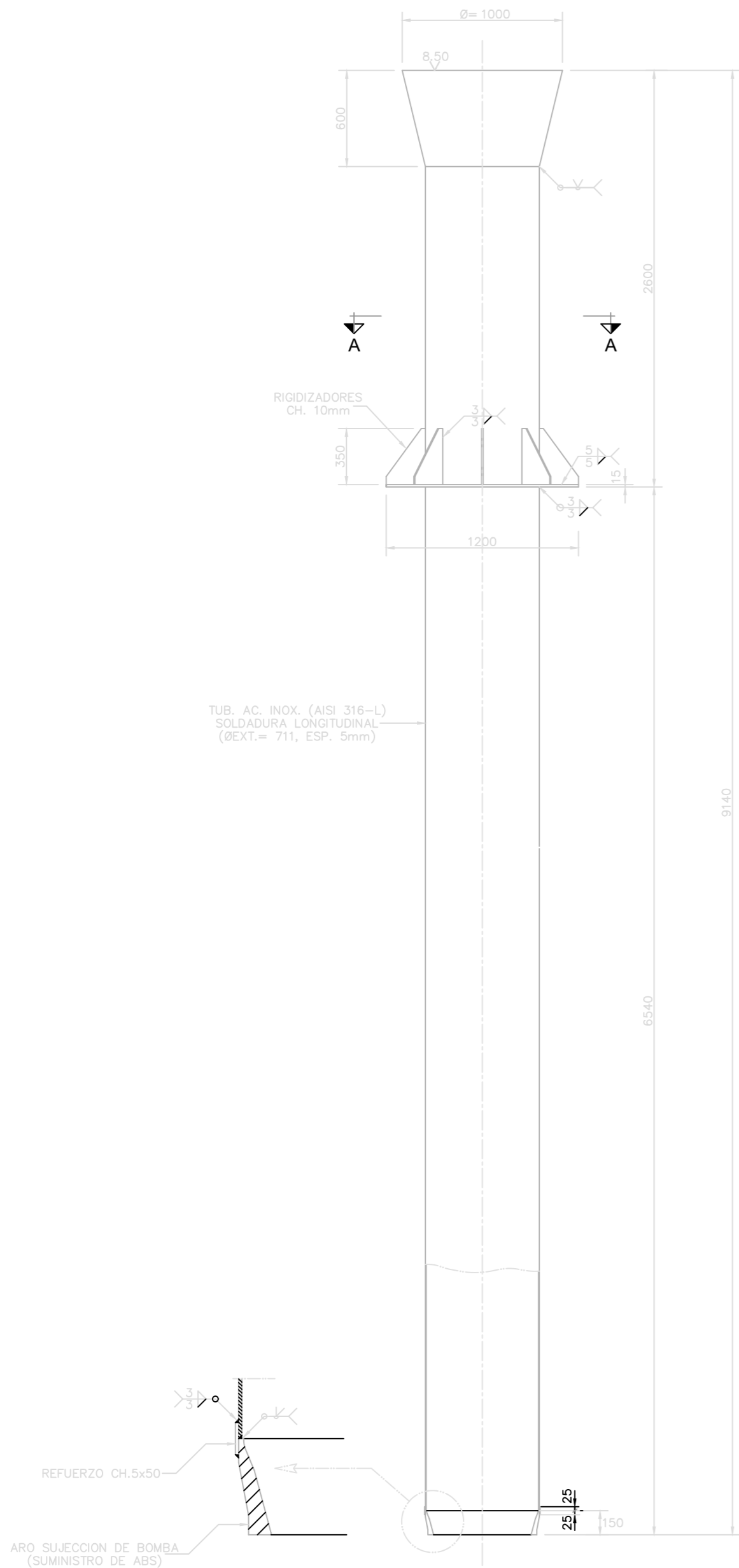
TITULO PROYECTO
 PROYECTO DE LIQUIDACION
 DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
 LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
 ESCALA DIN-A1: 1: 50
 ESCALA DIN-A3: 1: 100

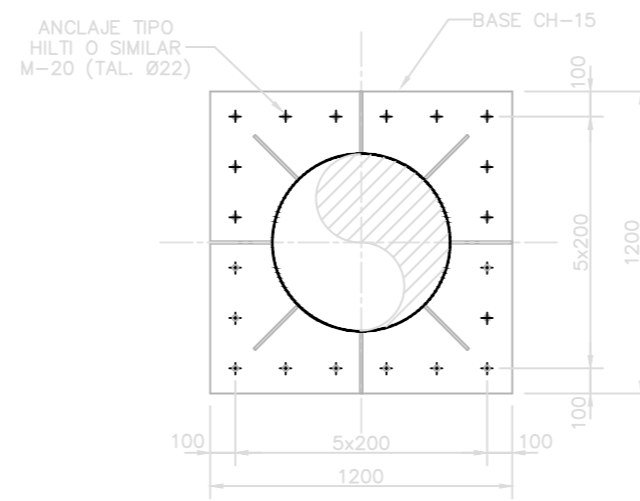
TITULO DEL PLANO:
 BOMBEO RECIRCULACION FANGOS BIOLÓGICOS
 Y FANGOS EN EXCESO
 PLANTA EQUIPOS MECANICOS

PLANO N.º :
 EM.9.1
 FECHA :
 FEBRERO 2004

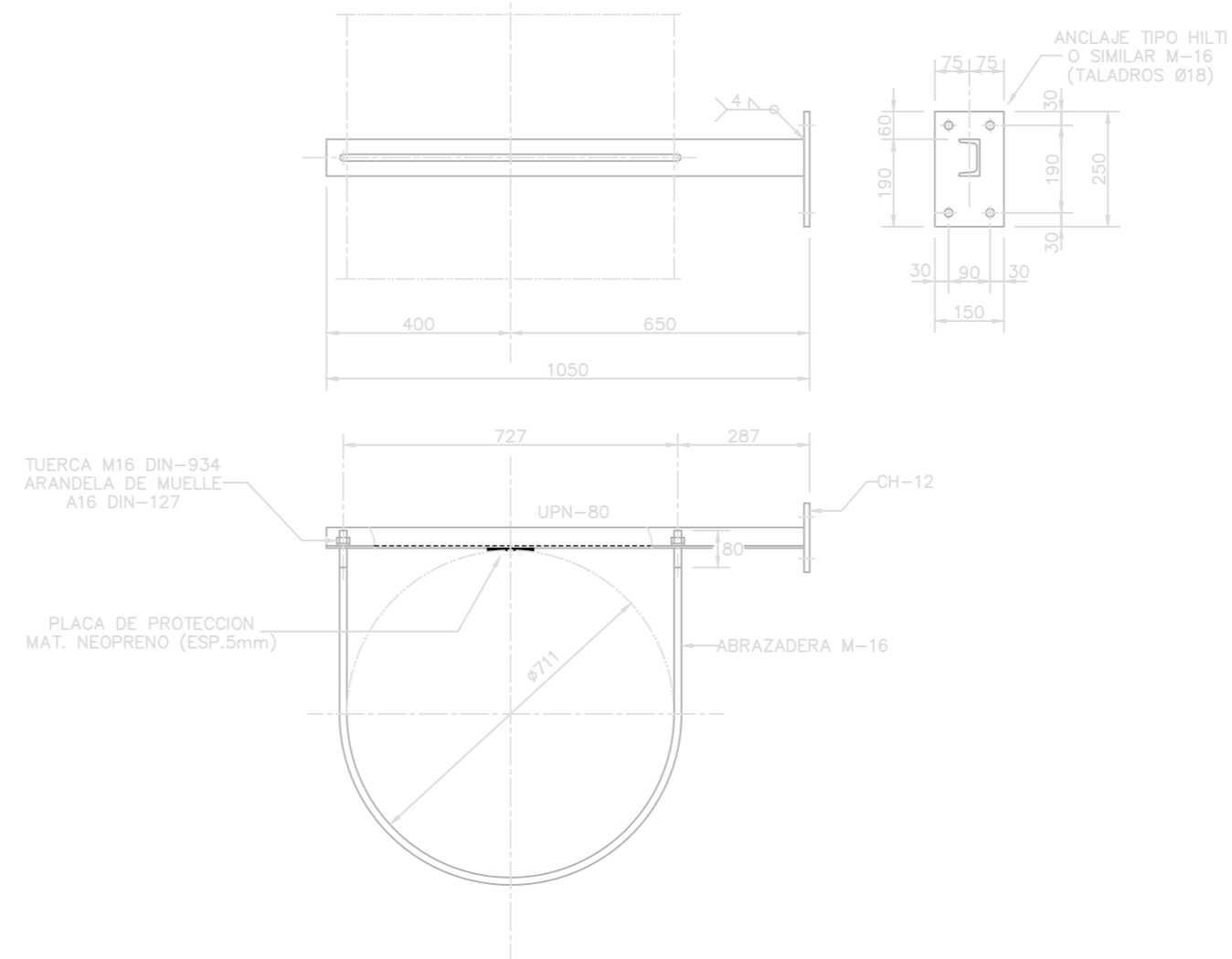
COLECTOR IMPULSION
 (CONSTRUIR 16 CONJUNTOS IGUALES)
 ESCALA 1/20



SECCION A-A
 ESCALA 1/20



SOPORTACION COLECTOR DE IMPULSION
 (CONSTRUIR 32 CONJUNTOS)
 ESCALA 1/10



NOTA:
 TODOS LOS MATERIALES SERAN AC. INOX. AISI 316 L

