

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 1/69

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE CONTROL DEL TRATAMIENTO AVANZADO DE LA ERA BAIX LLOBREGAT

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	4
2. OBJETO.....	4
3. SITUACIÓN ACTUAL.....	6
3.1. PARTES DEL PROCESO.....	6
3.1.1. ULTRAFILTRACIÓN FASE 1 y 3:.....	7
3.1.2. ÓSMOSIS.....	7
3.1.3. RECHAZO A EMISARIO.....	9
3.2. ESQUEMA Y EQUIPOS DEL PROCESO.....	9
3.2.1. CUADRO DE CONTROL UF1.....	10
3.2.2. CUADRO DE CONTROL UF3.....	12
3.2.3. CUADRO REMOTAS BASTIDORES DE ÓSMOSIS.....	13
3.2.4. CUADRO REMOTAS DEPÓSITO.....	16
3.2.5. CUADRO PLC UF.....	17
3.2.6. PLC ASTRAMATIC.....	18
3.2.7. CUADRO PLC MASTER AREMA.....	20
3.3. SCADA.....	22
4. DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE EJECUCIÓN LOTE 1.....	32
4.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES.....	32
4.2. COMUNICACIONES.....	32
4.2.1. ANILLO DLR CONTROL.....	32
4.3. CONTROL DE HARDWARE.....	35
4.3.1. SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE CONTROL DE LOS DIFERENTES ARMARIOS...35	
4.3.1.1. CPU UF (IM1 + CPU1).....	36
4.3.1.2. CPU OI (CPU 2 + Master Arema).....	37
4.3.1.3. PIO 5 (IM2).....	38
4.3.1.4. PIO 1 (IM3).....	39
4.3.1.5. PIO 2 (IM4).....	40
4.3.1.6. PIO 3 (IM5).....	41
4.3.1.7. PIO 4 (IM6).....	42
4.3.1.8. QE1 QE2 QE3 QE4.....	43
4.3.1.9. QE5.....	44

4.3.1.10. QE6.....	45
4.3.2. NUEVA ARQUITECTURA DE CONTROL DE ROCKWELL.....	46
4.3.2.1. SWITCH STRATIX.....	46
4.3.2.2. PERIFERIA DISTRIBUIDA (PUNTO DE ENTRADA/SALIDA).....	49
4.3.2.2.1. CABECERA COMUNICACIONES ETHERNET.....	49
4.3.2.2.2. BASE CONEXIONES MÓDULOS.....	50
4.3.2.2.3. MÓDULO EXPANSOR 24 V CC.....	50
4.3.2.2.4. MÓDULO ENTRADAS DIGITALES.....	52
4.3.2.2.5. MÓDULO SALIDAS DIGITALES.....	52
4.3.2.2.6. MÓDULO ENTRADAS ANALÓGICAS.....	53
4.3.2.2.7. MÓDULO SALIDAS ANALÓGICAS.....	53
4.3.2.3. ESCÁNERES PROFIBUS DP.....	54
4.3.2.4. HMI.....	55
4.3.3. APARELLAJE ELÉCTRICO.....	57
4.4. SCADA.....	58
5. RESUMEN DE LOS TRABAJOS.....	59
5.1. MATERIALES.....	59
5.2. INSTALACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	60
6. FAT, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LOTE 1.....	61
7. DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE EJECUCIÓN LOTE 2.....	62
8. CONDICIONES OPERATIVAS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO.....	63
8.1. COBERTURA DEL SERVICIO.....	63
8.2. ENTREGABLES.....	63
8.3. EQUIPO DE TRABAJO.....	64
8.3.1. JEFE DE PROYECTO.....	64
8.3.2. TÉCNICO DE AUTOMATIZACIÓN.....	64
8.3.3. TÉCNICO DE SCADA.....	64
8.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	65
8.5. PLANIFICACIÓN Y PLAZO DE EJECUCIÓN.....	65
8.6. FORMACIÓN.....	66
8.7. GARANTÍA.....	66
ANEXO 1. INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTOS (KPIs) PARA LA OBJETIVACIÓN DE LAS PENALIZACIONES.....	67



1. ANTECEDENTES

Durante la década de 1960 y la primera mitad de 1970 se observó un descenso generalizado de los niveles piezométricos del acuífero del Delta del Llobregat debido a las fuertes extracciones llevadas a cabo en el acuífero profundo, lo que favoreció la intrusión marina y la salinización del mismo.

La intrusión marina se vio acelerada por las excavaciones realizadas para la construcción del Puerto de Barcelona a finales de los años sesenta y principios de los setenta, aunque su desarrollo se debió a la conjunción de dos factores:

- Por un lado se retiraron los fangos (sedimentos que cubrían la salida de los acuíferos al mar) de tal forma que se facilitó la entrada de flujo de agua de mar en el acuífero dado que los fangos actuaban como una capa de baja permeabilidad que ralentizaba el paso del agua del mar. Su eliminación física provocó el acercamiento efectivo de la línea de mar hacia los centros de bombeo.
- La otra causa se debió al descenso de los niveles piezométricos en cotas inferiores a las del mar causado por los bombeos desmedidos que se produjeron en el acuífero profundo del delta durante esta época.

La situación de intrusión marina que saliniza el acuífero empeorando su calidad hasta comprometer su utilización supuso tomar medidas de urgencia para frenar su avance y mejorar la calidad del agua en el acuífero. En este escenario, en 2007 se proyectó la Fase 1 de la barrera contra la intrusión salina a partir de una inyección en pozos de agua ultrafiltrada y osmotizada.

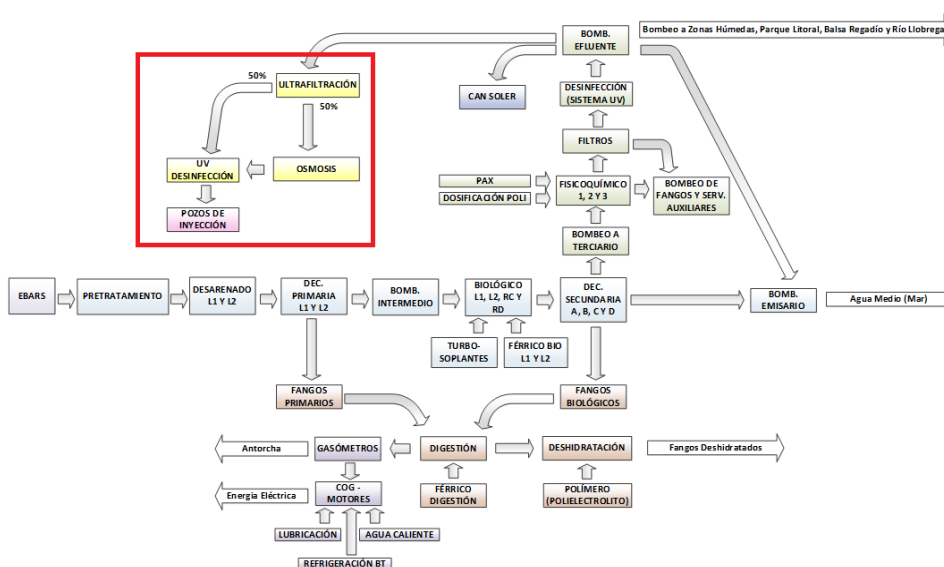


Figura 1. Procesos de la EDAR Baix de Llobregat (tratamientos avanzados del agua enviada a pozos de inyección)

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 5/69

2. OBJETO

El objeto de este paquete de prescripciones técnicas (en adelante, PPT) promovido por **Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana de Gestión del Ciclo Integral del Agua, S.A.** (En adelante, Aigües de Barcelona), es definir el alcance, las condiciones, las especificaciones técnicas y los estándares de calidad y seguridad de la información para llevar a cabo el desarrollo de todas las tareas necesarias para alcanzar los siguientes objetivos principales:

- Resolver los constantes problemas que supone la necesidad de intervención de una empresa externa para realizar el reseteo y rearme del sistema de ósmosis cada vez que se produce una alarma.
- Permitir la operación del proceso de ósmosis desde SCADA, ya que actualmente se opera completamente en local.
- Estandarizar los equipos de control en el resto de la planta para facilitar la operación y el mantenimiento.

El presente pliego se complementa a nivel de información técnica con **el estándar de automatización específico de ecofactorías y manual de programación** realizado por el departamento de SCI y es responsabilidad del ganador de la licitación el solicitar la versión más actualizada del mismo.

El despliegue de las diferentes soluciones indicadas en la siguiente licitación requiere el acceso por parte del proveedor a información clasificada como "Confidencial", lo que conlleva que la difusión de esta información no puede efectuarse libremente, debiéndose dar cumplimiento a lo dispuesto en la ley 9/1968, de 5 de abril, sobre secretos oficiales y las normas sobre Seguridad de la Información del Centro.

El proveedor que resulte adjudicatario de la presente propuesta deberá acreditar, antes de la emisión del pedido por parte de Aigües de Barcelona, su compromiso de adhesión a las Normas NS/01 a NS/06 de la Autoridad Nacional de Protección de la Información Clasificada mediante la firma del acuerdo de confidencialidad.

3. SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se describe el sistema actual y se muestran los datos disponibles de partida, entre los que destacan:

- Las partes que componen el proceso de terciario avanzado.
- La arquitectura de comunicaciones actual.
- Los equipos de control que hay en cada uno de los armarios que se van a migrar.
- El SCADA de la EDAR Baix Llobregat, que actualmente dispone de diferentes pantallas para la supervisión y control de los pozos de inyección.

3.1. PARTES DEL PROCESO

El tratamiento terciario avanzado se aplica al agua procedente del terciario básico, concretamente después del proceso de desinfección mediante radiación ultravioleta (UV). Esta agua es derivada de forma paralela hacia dos líneas de tratamiento muy similares, correspondientes a las unidades de ultrafiltración (UF) fase 1 y fase 3, a través de las cuales se distribuye el caudal a tratar.

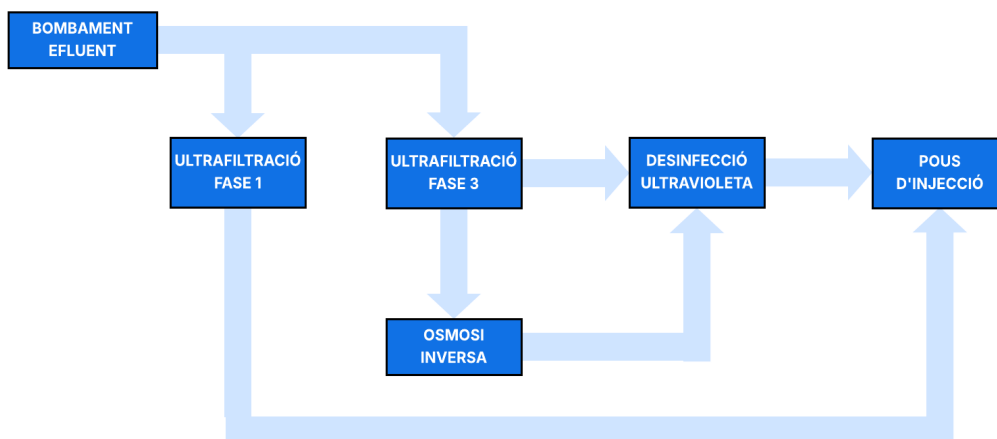


Figura 2. Partes del proceso de UF

Una vez ultrafiltrada, una fracción del agua se somete a un proceso de ósmosis inversa (RO) con el objetivo de reducir la concentración de sales disueltas y otros contaminantes emergentes. Posteriormente, tanto el agua procedente de la UF como la de la RO pasan de nuevo por una etapa final de desinfección por radiación UV, que actúa como pulido microbiológico para garantizar la calidad sanitaria requerida.

Por último, el destino del agua producida se divide en dos líneas:

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 7/69

- Una parte está inyectada en pozos de recarga para contener la intrusión salina en el acuífero profundo del delta del Llobregat.
- El resto se considera agua regenerada, disponible para diversos usos como riego agrícola, usos industriales o ambientales, según la normativa vigente.

3.1.1. ULTRAFILTRACIÓN FASE 1 y 3:

El agua procedente del proceso de desinfección mediante radiación ultravioleta del tratamiento terciario básico requiere una etapa de tratamiento avanzado para garantizar su calidad final. Inicialmente, esta agua se acumula en un depósito enterrado de almacenamiento, equipado con tres bombas sumergidas que permiten su impulsión hacia el siguiente tratamiento. Posteriormente, el agua es conducida a través de dos tamices rotativos de malla fina instalados en paralelo, los cuales actúan como prefiltro mecánico para retener partículas de mayor tamaño. Una vez prefiltrada, el agua accede al sistema de ultrafiltración (UF), donde se eliminan los sólidos en suspensión de menor tamaño, mejorando significativamente la calidad fisicoquímica y microbiológica del efluente. Finalmente el agua ultrafiltrada se almacena en un depósito de agua producida, mientras que el desperdicio generado durante el proceso de filtración se conduce hacia un depósito de desecho para su tratamiento o evacuación adecuada.

El sistema de ultrafiltración dispone de un proceso automático de contralavado para garantizar el mantenimiento y la eficiencia de las membranas. Asimismo cuenta con un sistema de limpieza química conocido como CEB y con un sistema CIP (Cleaning-in-Place) para limpiezas intensivas y periódicas.

3.1.2. ÓSMOSIS

El 50% del agua procedente del proceso de ultrafiltración fase 3 se trata para conseguir un producto de baja conductividad para después realizar una desinfección ultravioleta. Inicialmente, esta agua se acumula en un depósito de almacenamiento, equipado con 4 bombas sumergidas divididas en dos líneas que permiten el bombeo a los 4 trenes de ósmosis inversa, 2 por línea. Posteriormente, el agua está condicionada por diferentes reactivos (Anti-incrustante, bisulfito sódico, ácido clorhídrico) para garantizar la eficacia de los bastidores y reducir el despilfarro de las membranas.

Cada tren de ósmosis inversa contiene un filtro de malla previo a la bomba de alta presión para retener partículas de mayor tamaño. Una vez prefiltrada, el agua accede, a través de la bomba de alta presión, a los bastidores de ósmosis inversa que se dividen en dos etapas para aumentar el rendimiento hidráulico del proceso. Finalmente el agua osmotizada se almacena



en un depósito de agua producida, mientras que el desperdicio generado durante el proceso se conduce hacia un depósito de desecho para su tratamiento o evacuación adecuada.

El sistema de ósmosis inversa dispone de un proceso de limpieza química.

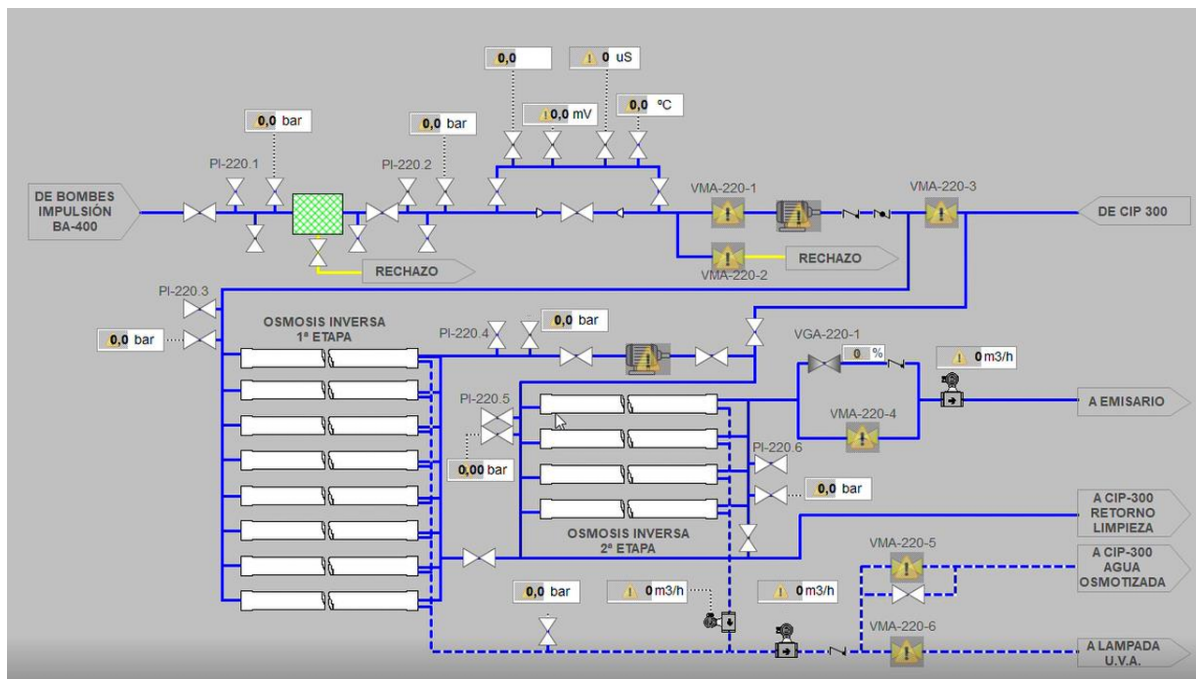


Figura 3. Pantalla SCADA Línea Osmosis Inversa



3.1.3. RECHAZO A EMISARIO

El sistema general de desecho a emisario tiene como función principal el transporte del rechazo producido al terciario avanzado hasta el bombeo emisario.

El sistema está formado por un depósito soterrado al que llega el rechazo de la ultrafiltración fase 3 y el de la ósmosis inversa. El depósito cuenta con dos bombas sumergidas que operan por nivel.

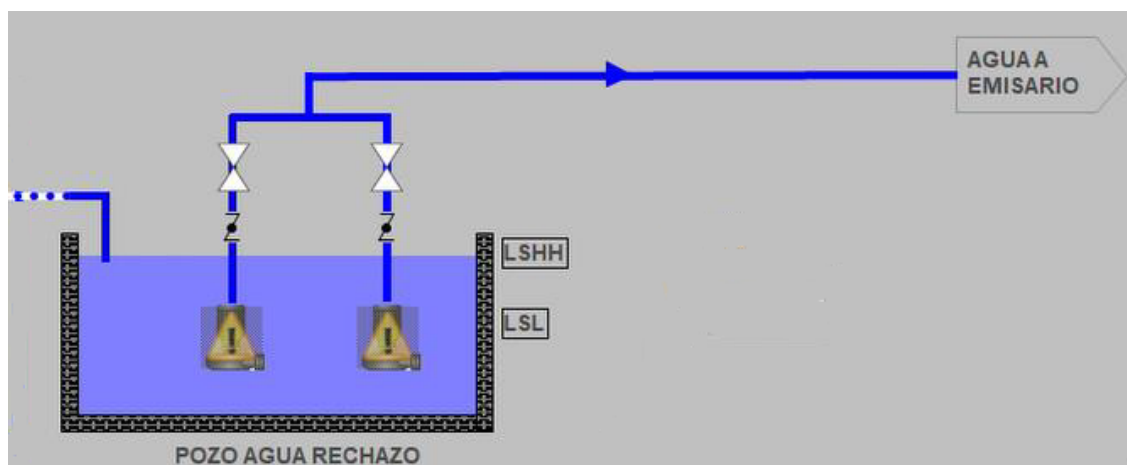


Figura 4. Pantalla SCADA rechazo a emisario

3.2. ESQUEMA Y EQUIPOS DEL PROCESO

Actualmente el sistema de control está basado en una arquitectura PLC Siemens y remotas Siemens y Odot:

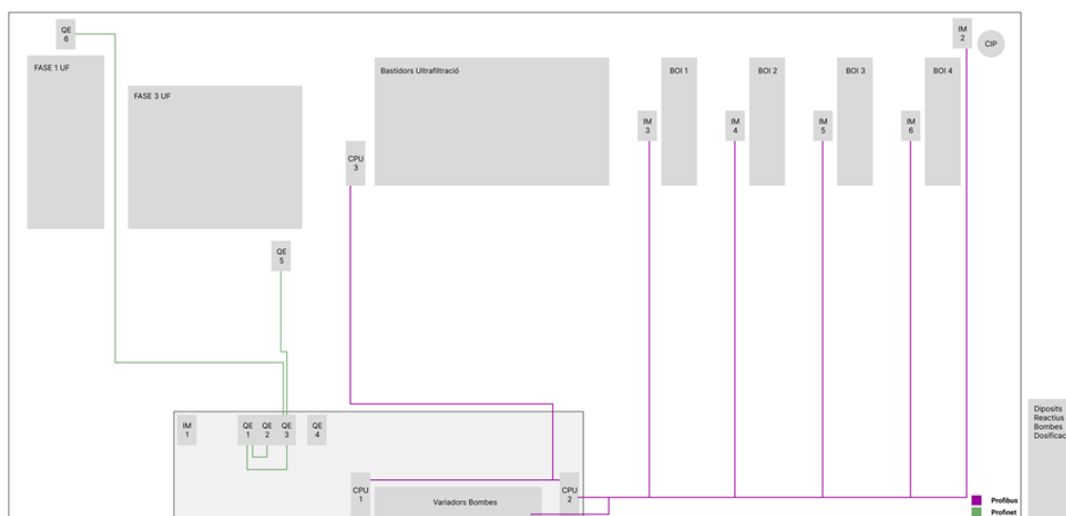


Figura 5. Arquitectura actual Terciario Avanzado



Se pretende la renovación de todo el hardware de control y comunicaciones de:

- Sistema de ósmosis, formado por un PLC (CPU 2) y remotas Siemens (IM2, IM3, IM4, IM5, IM6) conectadas a la CPU por Profibus.
- Fase 1 y 3 de la ultrafiltración formadas por un PLC Siemens (QE3), remotas Odot (QE1, QE5 y remotas Siemens (QE4, QE6) conectadas a la CPU por Profinet.

Los bastidores de ultrafiltración están fuera de servicio y se plantea retirarlos totalmente, por lo que no se considera su renovación (CPU1, CPU3, e IM1).

A continuación, se detallan los distintos equipos que componen la arquitectura de control actual:

3.2.1. CUADRO DE CONTROL UF1

El cuadro de control UF1 hace referencia al elemento QE6 de la arquitectura de control representada en la figura 5.

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control:

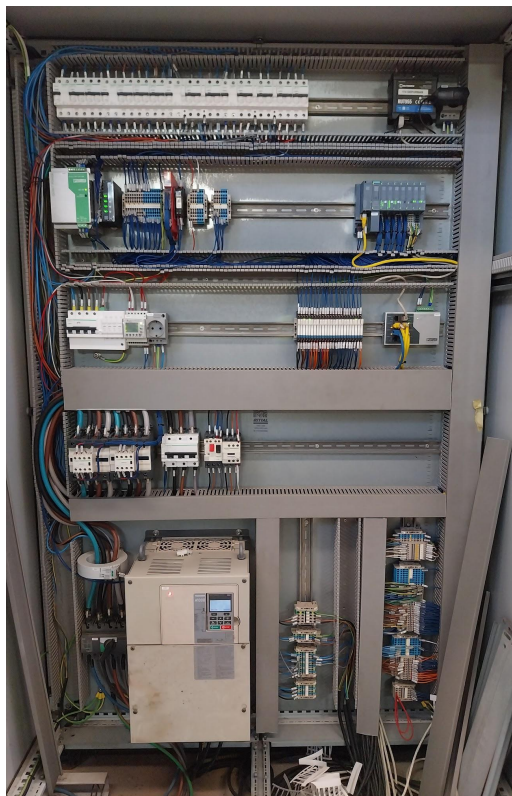


Figura 6. Armario de control QE6



Figura 7. Señales remotas QE6

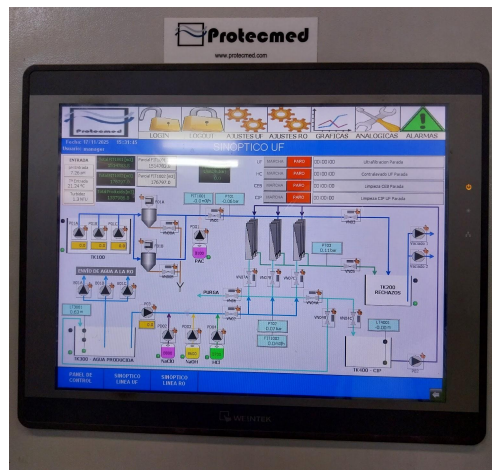


Figura 7. HMI QE6

Seguidamente, se muestra la tabla con los equipos de control del UF1

REFERENCIA	EQUIPO
MT8150XE	WEINTEK HMI de 15"
6ES7193-6AR00-0AA0 6ES7155-6AU01-0BN0	SIMATIC módulo interface ET200
6ES7131-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 entradas digitales
6ES7131-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 entradas digitales
6ES7131-6BF01-0BA0	SIMATIC tarjeta 8 entradas digitales
6ES7132-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 salidas digitales
6ES7132-6BF01-0BA0	SIMATIC tarjeta 8 salidas digitales
6ES7134-6GD01-0BA1	SIMATIC tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7134-6GD01-0BA1	SIMATIC tarjeta 4 entradas analógicas

Tabla 1. Referencias Siemens armario QE6



3.2.2. CUADRO DE CONTROL UF3

El cuadro de control UF3 hace referencia al elemento QE5 de la arquitectura de control representada en la figura 5.

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control:



Figura 8. HMI QE5

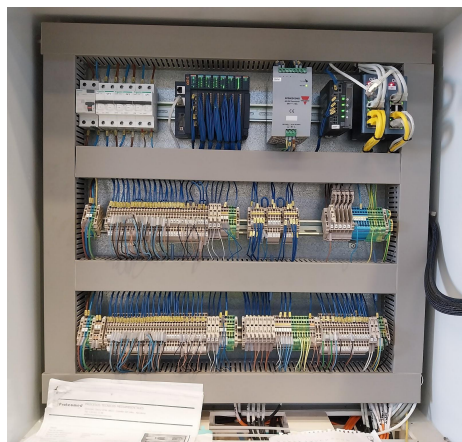


Figura 9. Armario de control QE5



Figura 10. Señales remotas QE5

Seguidamente, se muestra la tabla con los equipos de control del UF3

REFERENCIA	EQUIPO
cMT2158X	WEINTEK HMI de 15"
CN-8032-L	ODOT cabecera Profinet
CT-121F	ODOT tarjeta 16 entradas digitales
CT-121F	ODOT tarjeta 16 entradas digitales
CT-121F	ODOT tarjeta 16 entradas digitales
CT-121F	ODOT tarjeta 16 entradas digitales
CT-121F	ODOT tarjeta 16 entradas digitales
CT-3238	ODOT tarjeta 8 entradas analógicas
CT-5800	ODOT tarjeta final de cabecera

Tabla 2. Referencias Siemens armario QE5

3.2.3. CUADRO REMOTAS BASTIDORES DE ÓSMOSIS

Existen 4 bastidores de Ósmosis, cada uno con su propio cuadro. Hay 2 tipologías de cuadros, los que llevan HMI y los que no. Estos cuadros hacen referencia a los elementos IM3, IM4, IM5 e IM6 de la arquitectura de control representada en la figura 5.

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control:

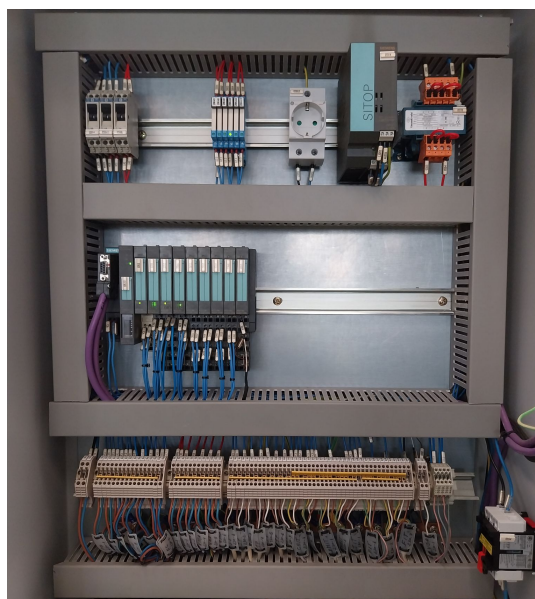


Figura 11. Cuadro bastidores osmosis sin HMI



Figura 12. Cuadro bastidores osmosis con HMI

Seguidamente, se muestra la tabla con los equipos de control de los bastidores de ósmosis con HMI (IM3 e IM5):

REFERENCIA	EQUIPO
6AV6 643-0CD01-1AX1	SIEMENS HMI de 10"
6ES7151-1AA05-0AB0	SIMATIC DP módulo interface ET200S
6ES7138-4CA01-0AA0	SIMATIC DP módulo alimentación ET200S
6ES7131-4BF00-0AA0	SIMATIC DP tarjeta 8 entradas digitales
6ES7131-4BD01-0AA0	SIMATIC DP tarjeta 4 entradas digitales
6ES7132-4BF00-0AA0	SIMATIC DP tarjeta 8 salidas digitales
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC DP tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC DP tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC DP tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC DP tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7135-4GD01-0AB0	SIMATIC DP tarjeta 2 salidas analógicas

Tabla 3. Referencias Siemens IM3 e IM5

A continuación, se muestra la tabla con los equipos de control de los bastidores de ósmosis sin HMI (IM4 e IM6):

REFERENCIA	EQUIPO
6ES7151-1AA05-0AB0	SIMATIC DP módulo interface ET200S
6ES7138-4CA01-0AA0	SIMATIC DP módulo alimentación ET200S
6ES7131-4BF00-0AA0	SIMATIC DP tarjeta 8 entradas digitales
6ES7131-4BD01-0AA0	SIMATIC tarjeta 4 entradas digitales

6ES7132-4BF00-0AA0	SIMATIC tarjeta 8 salidas digitales
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC tarjeta 4 entradas analógicas
6ES7135-4GD01-0AB0	SIMATIC tarjeta 2 salidas analógicas

Tabla 4. Referencias Siemens IM4 e IM6

3.2.4. CUADRO REMOTAS DEPÓSITO

El cuadro de control del repositorio hace referencia al elemento IM2 de la arquitectura de control representada en la figura 5.

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control:



Figura 13. Ubicación armario IM2

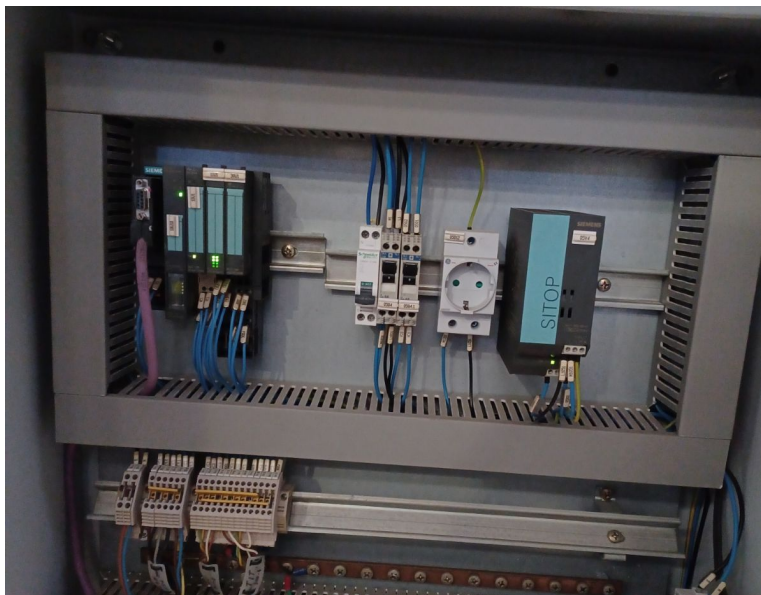


Figura 14. Cuadro de control IM2

3.2.5. CUADRO PLC UF

El cuadro de control de la ultrafiltración engloba los elementos QE1, QE2, QE3 y QE4 de la arquitectura de control representada en la figura 5.

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control correspondientes al QE1, QE2, QE3:

REFERENCIA	EQUIPO
6ES7512-1DK01-0AB0	Controlador lógico Siemens SIMATIC DP
6ES7545-5DA00-0AB0	SIMATIC, módulo comunicación Profibus
CN-8032-L	ODOT cabecera Profinet
CT-121F	ODOT tarjeta 16 entradas digitales
CT-121F	ODOT tarjeta 16 entradas digitales
CT-121F	ODOT tarjeta 16 entradas digitales

CT-222F	ODOT tarjeta 16 salidas digitales
CT-222F	ODOT tarjeta 16 salidas digitales
CT-3238	ODOT tarjeta 8 entradas analógicas
CT-5800	ODOT tarjeta final de cabecera

Tabla 5. Referencias Siemens QE1, QE2 y QE3

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control correspondientes al QE4:

REFERENCIA	EQUIPAR
6ES7193-6AR00-0AA0	SIMATIC DP mòdul interface ET200S
6ES7155-6AU01-0BN0	SIMATIC DP mòdulo alimentaci3n ET200S
6ES7131-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 entradas digitales
6ES7131-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 entradas digitales
6ES7131-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 entradas digitales
6ES7131-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 entradas digitales
6ES7132-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 salidas digitales
6ES7132-6BH01-0BA0	SIMATIC tarjeta 16 salidas digitales
6ES7134-4GD00-0AB0	SIMATIC tarjeta 4 entradas anal3gicas

Tabla 6. Referencias Siemens QE4

3.2.6. PLC ASTRAMATIC

El PLC Astramatic ser3a el elemento CPU2 de la arquitectura de control representada en la figura 5.

A continuaci3n se muestran una serie de im3genes de la instalaci3n y los equipos de control:



Figura 15. Cuadro de control CPU2

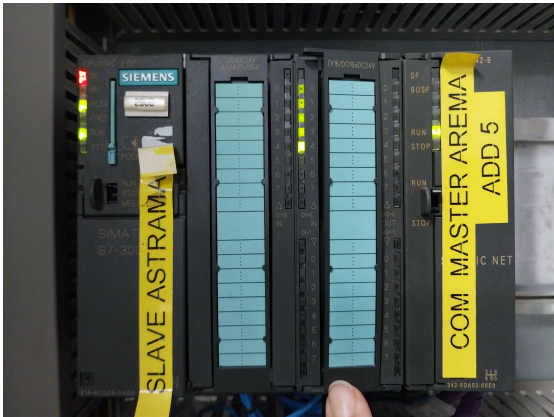


Figura 16. Detalle PLC CPU2

REFERENCIA	EQUIPAR
314-6CG03-0AB0	SIMATIC, CPU S7 300 con 24ED, 16SD, 4EA, 2SA
342-5DA02-0XE0	SIMATIC S7 300, módulo Profibus

Tabla 7. Referencias Siemens CPU2

3.2.7. CUADRO PLC MASTER AREMA

El PLC Master Arema no se encuentra en la arquitectura de la figura 5, pero también debe ser migrado y desmantelado por el presente proyecto:

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control:



Figura 17. Cuadro de control del CCM de Osmosis



Figura 18. Master Arema - CPU 317-2 PN/DP y TIM3V-IE

REFERENCIA	EQUIPO
317-2AJ10-0AB0	CPU SIMATIC S7-300 317-2 PN/DP
323-1BL00-0AA0	SM323 DI16/DO16x24V/0.5A
321-1BL00-0AA0	SM321 DI32XDC24V
331-1KF01-0AB0	SM331 AI8X12BIT
32-5HF00-0AB0	SM332 AO8X12BIT
331-1KF01-0AB0	SM331 AI8X12BIT
6NH7800-3BA00	TIM3V-1E (SIMATIC ST7)
321-1BL00-0AA0	SM321 DI32XDC24V
612-0BA00-2AA3	Scalance S612

Tabla 8. Referencias Siemens Master Arema



3.3. SCADA

El SCADA de la EDAR Baix Llobregat desde donde se visualizan los diferentes procesos de terciario avanzado, así como otros procesos, es el **Suite Simatic PCS7** (WinCC V7.4 + SP3 + Upd3). Concretamente la EDAR Prat está basada en una **arquitectura SCADA de Servidores físicos y Workstations Siemens PCS7** (Servidores redundants de WinCC, clients WinCC, Process Historian, ES Station, etc).

Actualmente, este SCADA está siendo migrado hacia Ignition y desde el año 2025 al 2027 convivirán tanto el SCADA de Siemens como el de IGNITION hasta que se acabe la migración hacia mediados de 2027.

Se espera que la migración del proceso de Ósmosis se migre sobre septiembre/octubre de 2026, por tanto el proyecto descrito en el presente documento deberá realizarse en Ignition.

Las pantallas actuales del SCADA referentes al terciario avanzado se muestran a continuación:

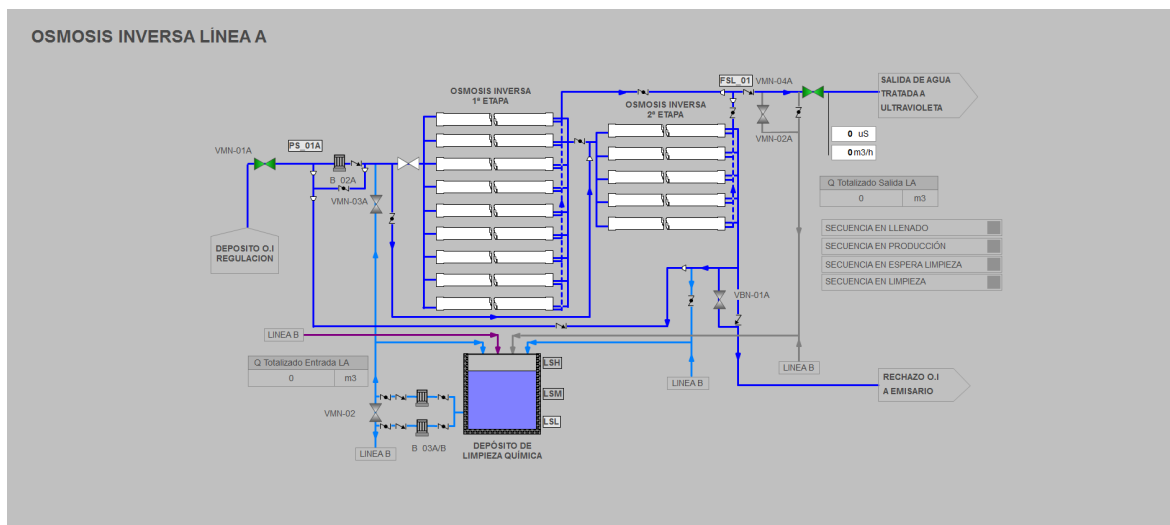


Figura 19. Pantalla SCADA Osmosis inversa Linea A

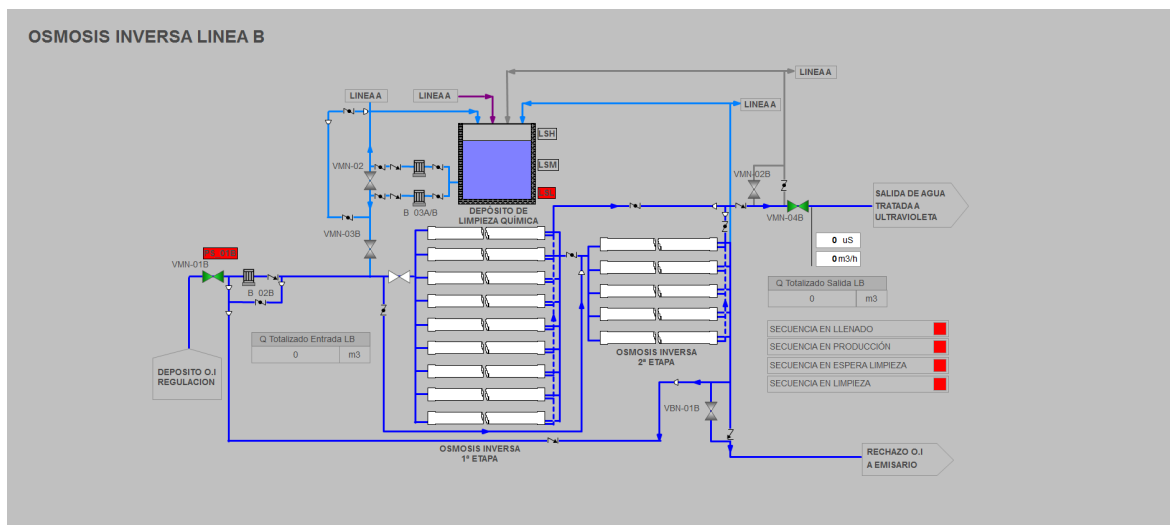


Figura 20. Pantalla SCADA Osmosis inversa Linea B

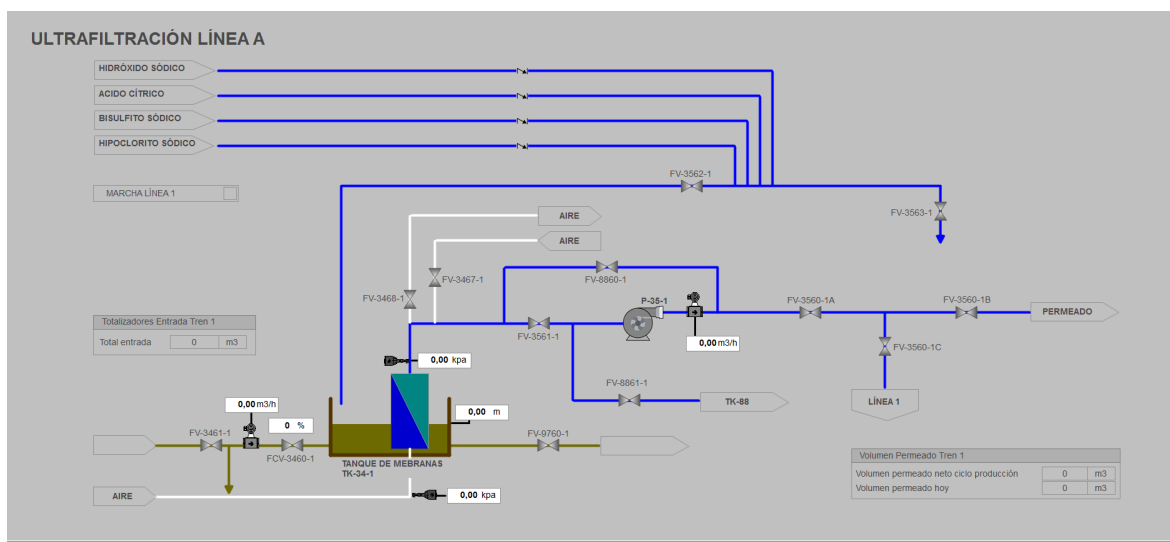


Figura 21. Pantalla SCADA Ultrafiltración Línea A

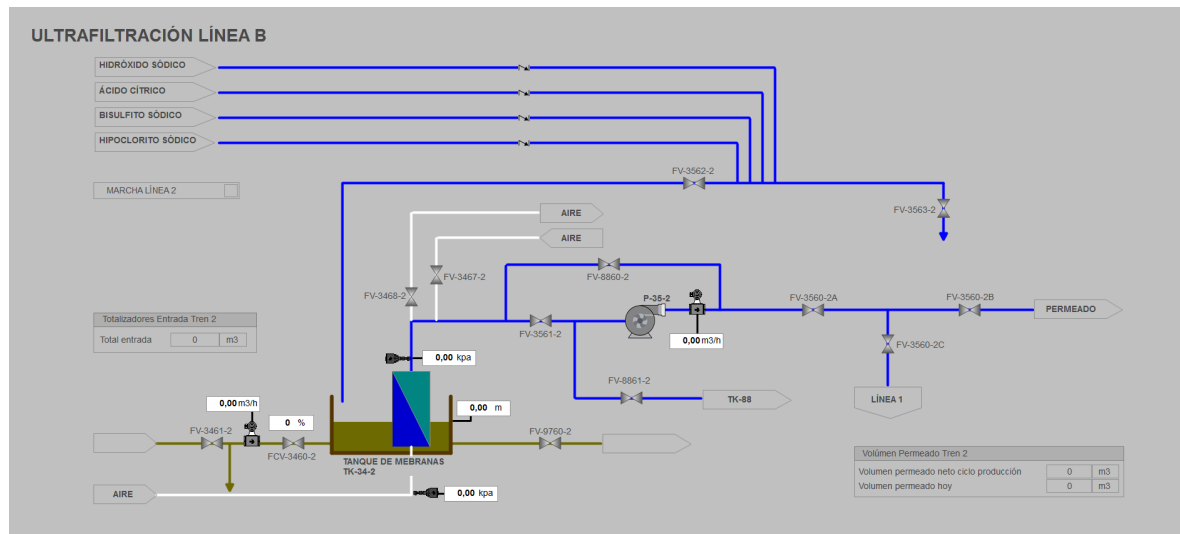


Figura 22. Pantalla SCADA Ultrafiltración Línea B

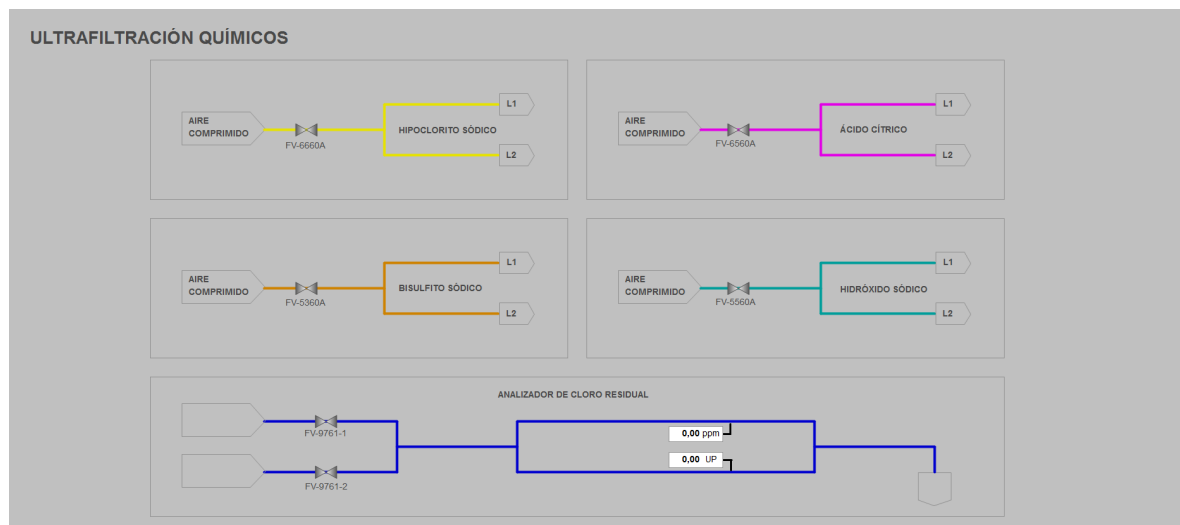


Figura 23. Pantalla SCADA Ultrafiltración Químicos

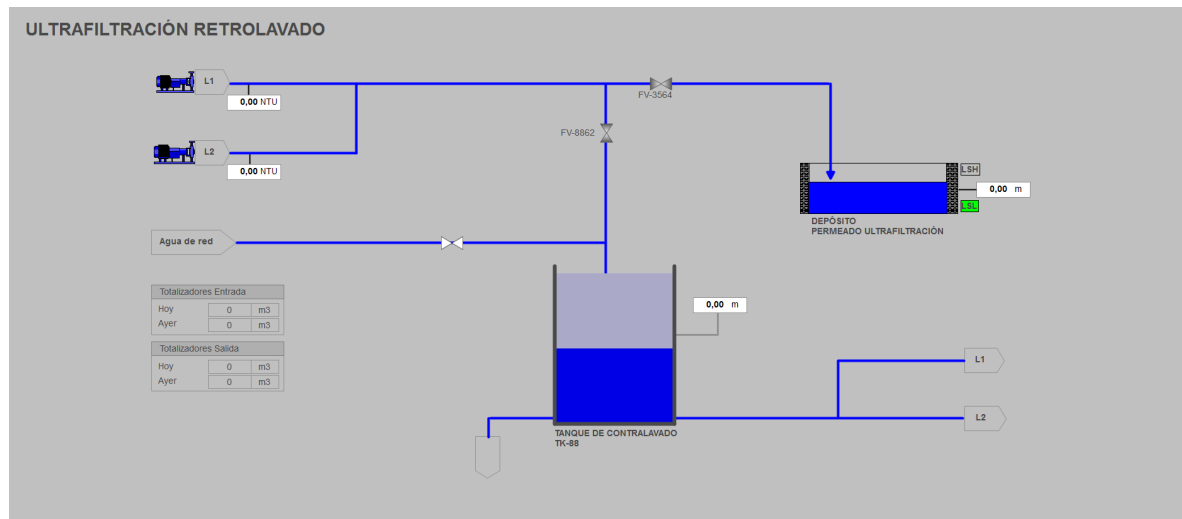


Figura 24. Pantalla SCADA Ultrafiltración Retrolavado

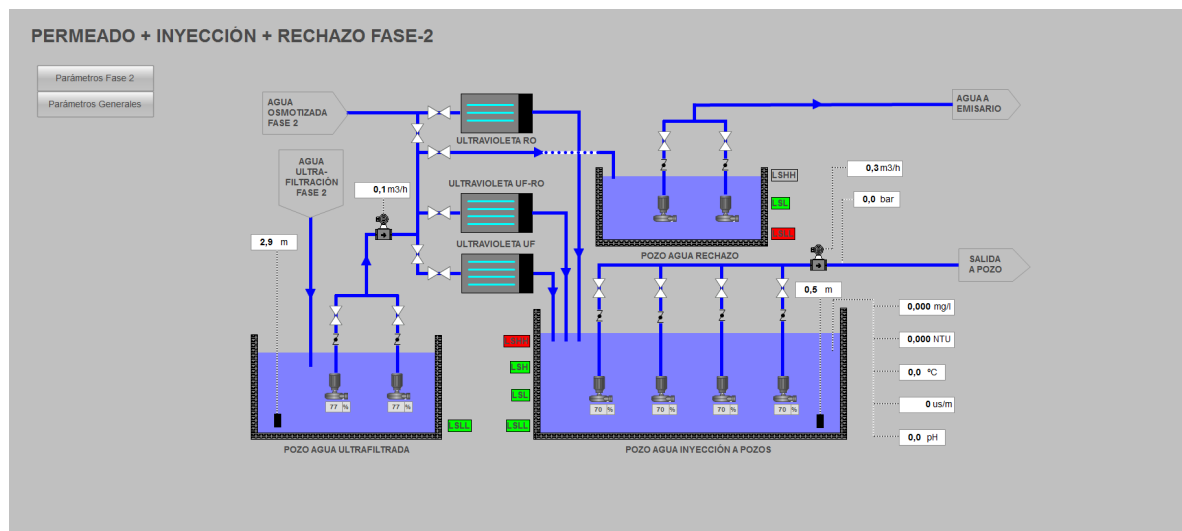


Figura 25. Pantalla SCADA Permeado, Inyección y Rechazo fase 2

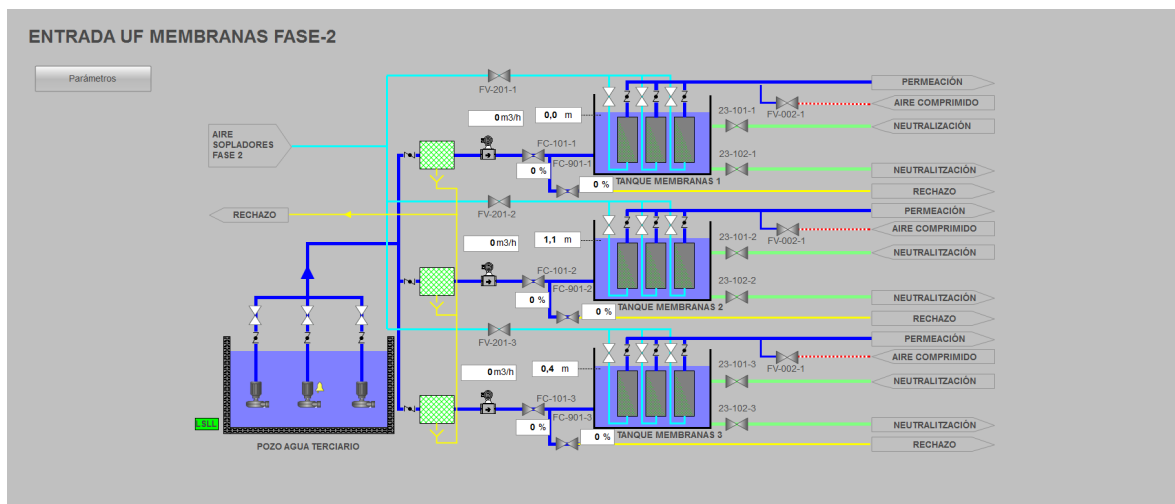


Figura 26. Pantalla SCADA Entrada UF Membranas Fase 2

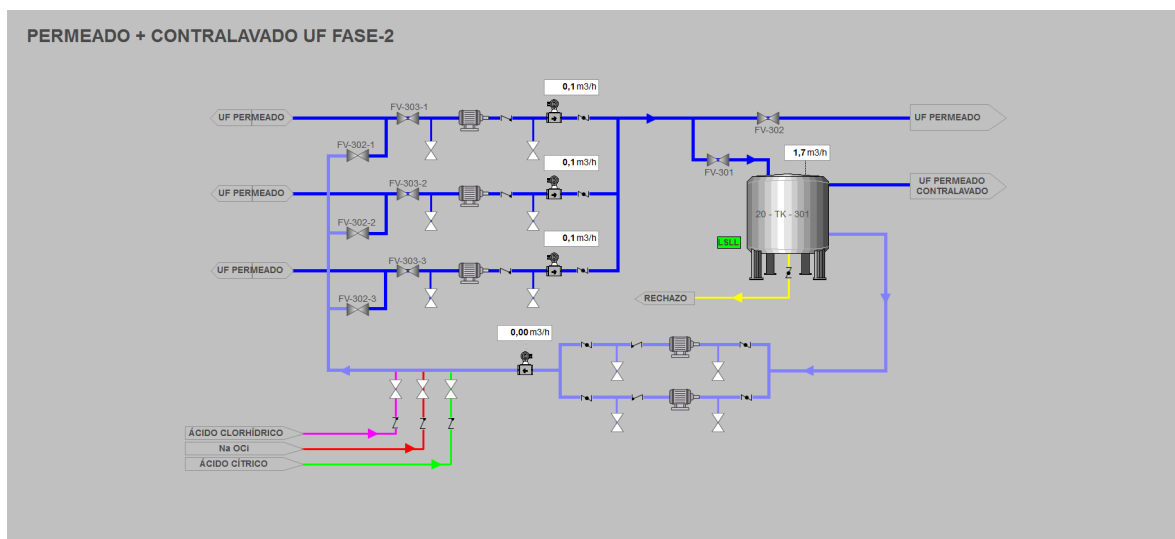


Figura 27. Pantalla SCADA Permeado y Contralavado UF Fase 2



NEUTRALIZACIÓN UF + REACTIVOS

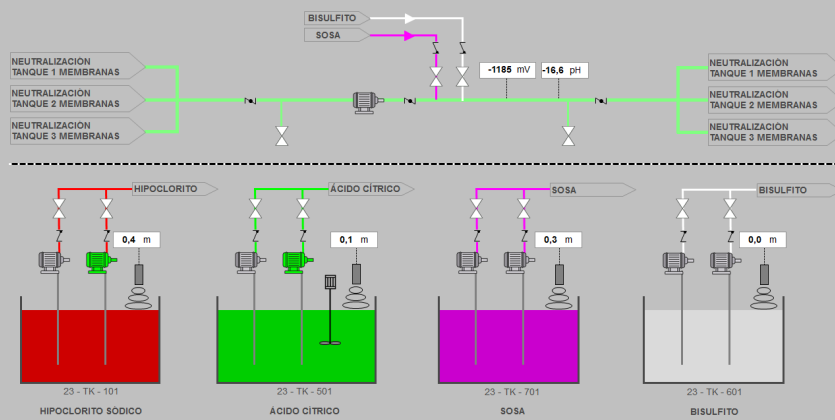


Figura 28. Pantalla SCADA Neutralización UF + Reactivos

ENTRADA RO FASE - 2 + REACTIVOS

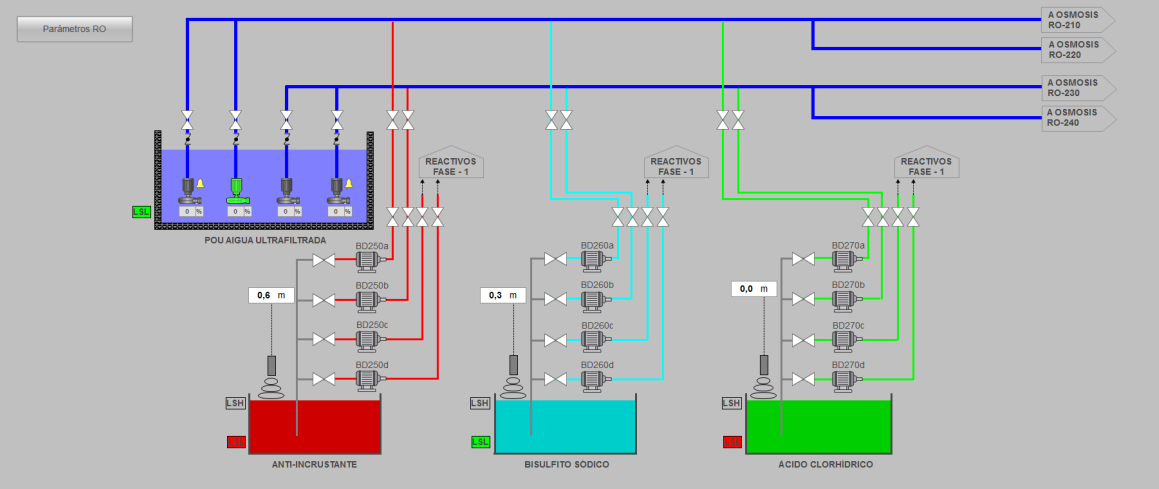


Figura 29. Pantalla SCADA Entrada RO Fase 2 + Reactivos

Figura 31. Pantalla SCADA RO 220

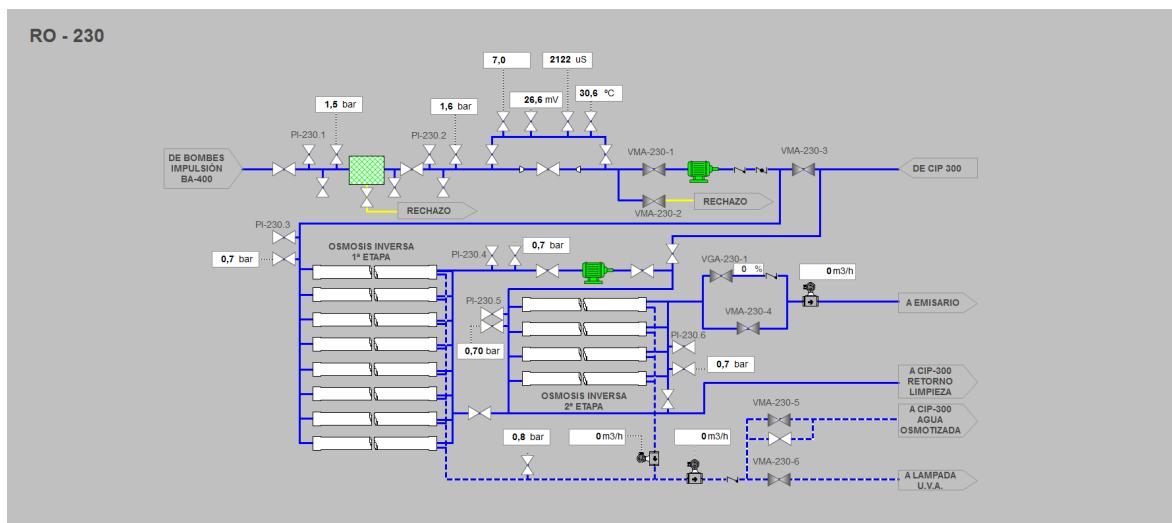


Figura 32. Pantalla SCADA RO 230

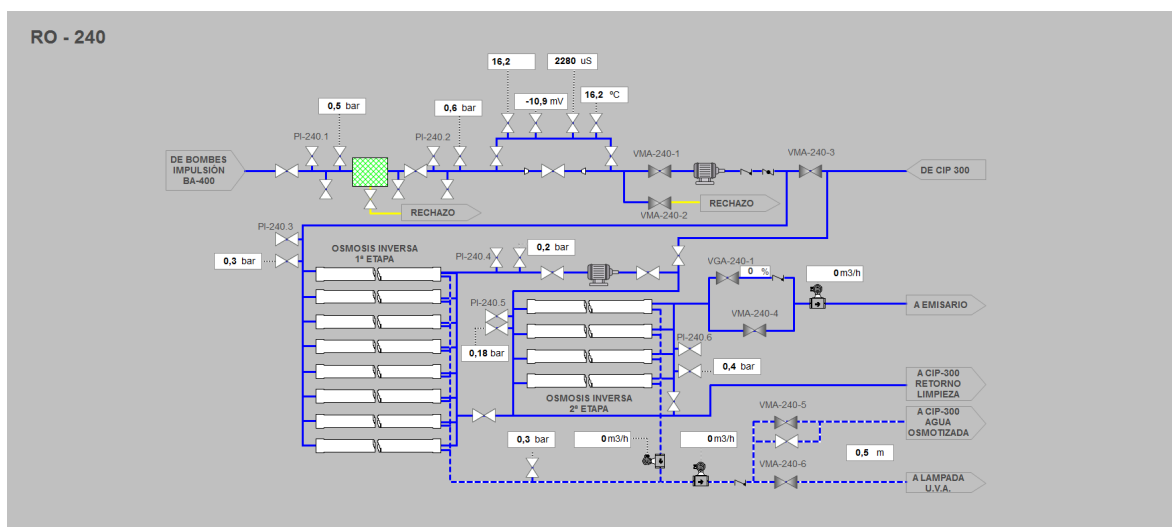


Figura 33. Pantalla SCADA RO 240



PROCESO OSMOSIS FASE - 2

PROCESO RO 210	PROCESO RO 220	PROCESO RO 230
FLUSHING	FLUSHING	FLUSHING
INICIO FLUSHING	INICIO FLUSHING	INICIO FLUSHING
LAVADO FINAL	LAVADO FINAL	LAVADO FINAL
MARCHA AUTOMÁTICA	MARCHA AUTOMÁTICA	MARCHA AUTOMÁTICA
PARO	PARO	PARO
POST LAVADO	POST LAVADO	POST LAVADO
PRE LAVADO	PRE LAVADO	PRE LAVADO
PURGA INICIAL	PURGA INICIAL	PURGA INICIAL
SERVICIO	SERVICIO	SERVICIO

PROCESO RO 240
FLUSHING
INICIO FLUSHING
LAVADO FINAL
MARCHA AUTOMÁTICA
PARO
POST LAVADO
PRE LAVADO
PURGA INICIAL
SERVICIO

Figura 34. Pantalla SCADA Proceso Osmosis Fase 2

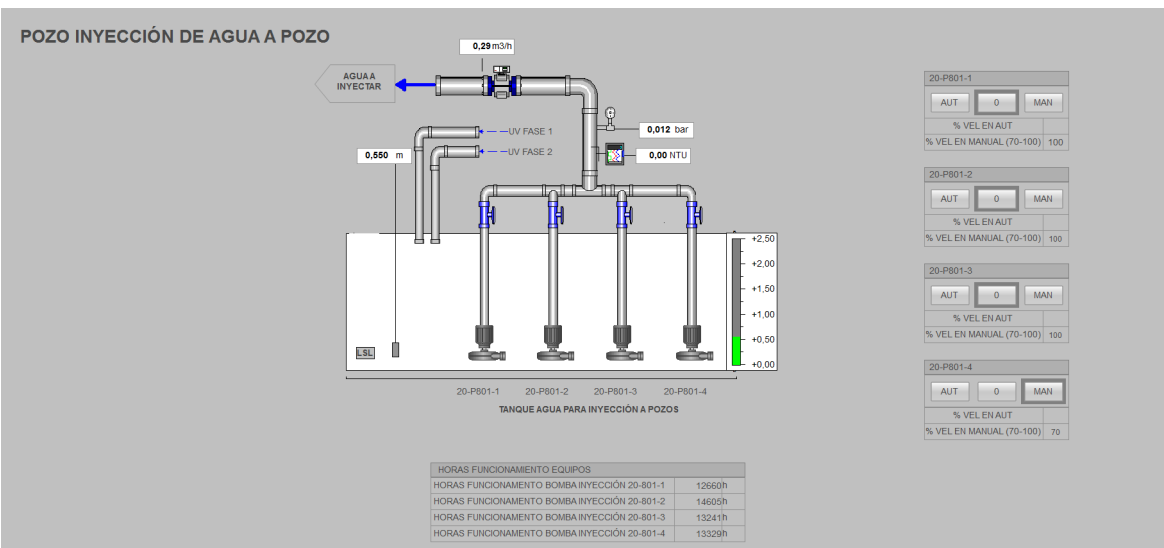


Figura 35. Pantalla SCADA Pozo de inyección de agua a pozo



BOMBAS PERMEADO ULTRAFILTRACIÓN

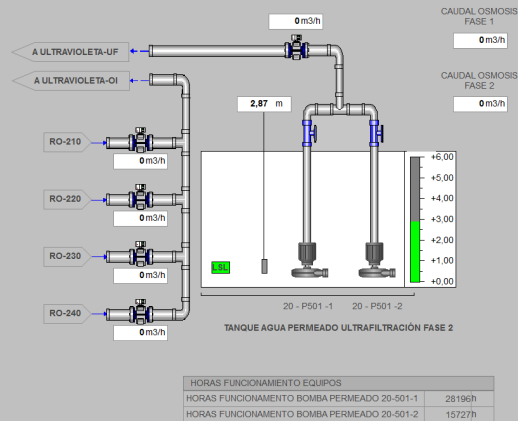


Figura 36. Pantalla SCADA Bombas permeado ultrafiltración

RECHAZO ULTRAFILTRACIÓN Y OSMOSIS

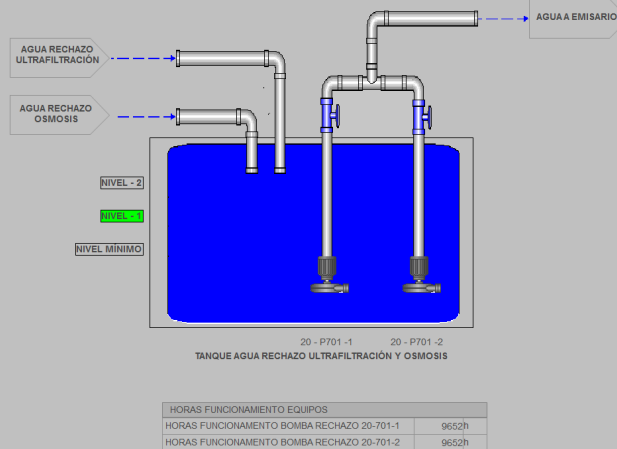


Figura 37. Pantalla SCADA rechazo ultrafiltración y osmosis

4. DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE EJECUCIÓN

LOTE 1

En líneas generales, el proyecto consiste en la migración de Siemens a Rockwell de los diferentes elementos y equipos que componen el proceso de terciario avanzado.

Los principales requerimientos y criterios identificados que tendrán que tenerse en cuenta en el diseño de la solución técnica son los que se enumeran a continuación, sin un orden específico ni de prioridad entre ellos.

4.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES

Como punto de partida, se utilizarán las Especificaciones Funcionales existentes, las cuales deben ser solicitadas al departamento de Sistemas de control industrial, que servirán como base para la nueva programación.

Sin embargo, dentro del marco del proyecto de “Renovación de la arquitectura de control industrial de la EDAR Baix Llobregat” (REMSCIPRAT) se han desarrollado unas nuevas especificaciones funcionales, que son las que servirán como base para la programación. Sin embargo, antes de iniciar la programación será necesario una última validación con los responsables de planta.

4.2. COMUNICACIONES

En el presente apartado, se indican las arquitecturas y topologías de comunicaciones que tendrán que tenerse en cuenta a la hora de implementar las nuevas arquitecturas de Control CompactLogix de Rockwell.

4.2.1. ANILLO DLR CONTROL

Actualmente, en la EDAR Baix Llobregat, existe un anillo de control realizado con Switches Stratix 5700. Hay mínimo un switch por proceso y existe uno dedicado para el proceso de terciario avanzado.

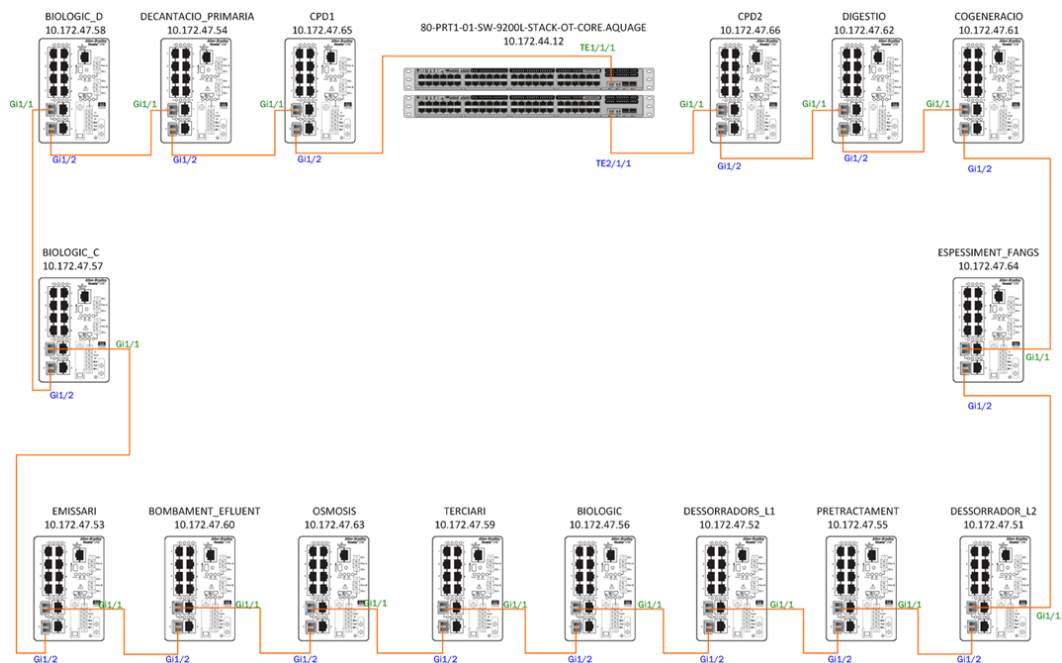
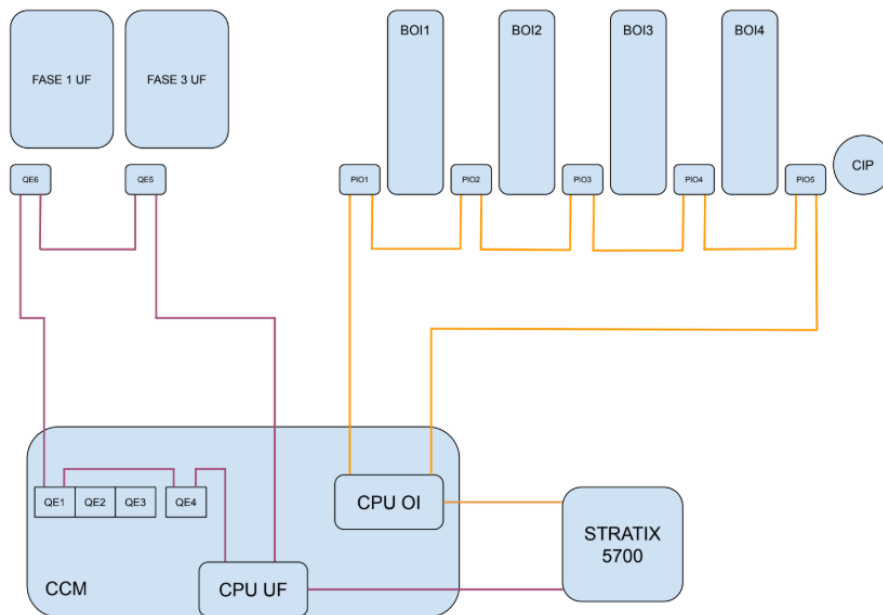


figura 48. Anillo de control de la EDAR

Al iniciarse el proyecto al que hace referencia el presente pliego, uno de los PLCs de Osmosis ya estará conectado al switch, pero será necesario conectar otro PLC.

4.2.2. ANILLO DE UF Y OI



 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 34/69

figura 48. Nueva arquitectura de comunicaciones

Estos nuevos anillos DLR deberán hacerse nuevos. De los diferentes equipos que se aprecian en la imagen anterior, únicamente existirán el PLC de la OI, junto a su chasis, fuente de alimentación, tarjeta EN2TR y el Stratix 5700 que son puestos por otro proyecto.

4.3. CONTROL DE HARDWARE

En el presente apartado, se indican:

- El estudio previo hecho por AB de que equipos debería llevar cada armario de control.
- El estándar de los elementos que compondrán la arquitectura de Rockwell.
- La aparamenta eléctrica que se considera mínimo para poder realizar el montaje de los equipos de control descritos en el presente apartado.

4.3.1. SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE CONTROL DE LOS DIFERENTES ARMARIOS

El objetivo de este apartado es identificar las tareas de adaptación que será necesario realizar en los armarios de control existentes.

Las referencias de material propuestas, son las previstas sustituyendo el material actual por su equivalente en Rockwell, es un ejercicio totalmente orientativo, pero será responsabilidad del adjudicatario el hacer un estudio detallado del material necesario para llevar a cabo el proyecto.

Actualmente y tal y como se veía en la arquitectura de control del apartado 3.2. tenemos los siguientes equipos a sustituir:

IM1, IM2, IM3, IM4, IM5, IM6, QE1, QE2, QE3, QE4, CPU 1, CPU2, CPU 3 y CPU MASTER AREMA.

A continuación se muestra una equivalencia entre los equipos que había anteriormente y la nueva nomenclatura. La equivalencia sería la siguiente:

IM1 → CPU UF	QE1 → QE1	MASTER AREMA → CPU OI
IM2 → PIO 5	QE2 → QE2	CPU1 (s400) → CPU UF
IM3 → PIO 1	QE3 → QE3	CPU 2 (astramatic) → CPU OI
IM4 → PIO 2	QE4 → QE4	CPU3 → eliminada
IM5 → PIO 3	QE5 → QE5	
IM6 → PIO 4	QE6 → QE6	

4.3.1.1. CPU UF (IM1 + CPU1)

Como la CPU se encontrará dentro del CCM, la alimentación de 24V tendrá que venir dada desde el SAI. El adjudicatario tendrá que encargarse de equilibrar el reparto de 24VDC, pudiendo utilizar una salida adicional del SAI.

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens que no haya sido desmantelado por los dos proyectos que se ejecutan temporalmente antes que el presente.
- Cablear la alimentación (ya sea SAI o Fuente de alimentación) y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Construir y cablear el nuevo DLR local de UF.
- Conectar el cableado de fibra óptica al Switch.
- Disgregar el conjunto de variadores y cablear el ramal que afecta a UF a la nueva CPU.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1756-A4	1	ControlLogix 4 Slots Chassis
1756-PB75	1	ControlLogix 24V DC Power Supply
1756-L82E	1	ControlLogix 5580 Controller
1756-EN2TR	1	CLX ENet/IP 100M DLR
1756-N2	2	ControlLogix Empty Slot Cover
1734-IB8	12	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	12	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	4	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE4C	1	Módulo 4 entradas analógicas
1734-IE8C	2	Módulo 8 entradas analógicas
1734-OE4C	5	Módulo 4 salidas analógicas
1734-TB	36	Módulo base de tornillo
1734-EP24DC	2	Expansor alimentación Bus 24VDC

4.3.1.2. CPU OI (CPU 2 + Master Arema)

Como la CPU se encontrará dentro del CCM, la alimentación de 24V tendrá que venir dada desde el SAI. El adjudicatario tendrá que encargarse de equilibrar el reparto de 24VDC, pudiendo utilizar una salida adicional del SAI.

La CPU2 ya se habrá migrado en otro proyecto, concretamente en el de "Remodelacion de la arquitectura de control de la EDAR Baix Llobregat", así que solo será necesario la compra de tarjetas.

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens que no haya sido desmantelado por los dos proyectos que se ejecutan temporalmente antes que el presente.
- Cablear la alimentación (ya sea SAI o Fuente de alimentación) y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Construir y cablear el nuevo DLR local de OI.
- Conectar el cableado de fibra óptica al Switch.
- Disgregar el conjunto de variadores y cablear el ramal que afecta a OI a la nueva CPU.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1734-IB8	13	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	13	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	4	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE8C	3	Módulo 8 entradas analógicas
1734-OE4C	3	Módulo 4 salidas analógicas
1734-TB	36	Módulo base de tornillo
1734-EP24DC	1	Expansor alimentación Bus 24VDC

4.3.1.3. PIO 5 (IM2)

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens.
- Cablear la Fuente de alimentación y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Incorporar la PointIO al DLR de OI.
- Configurar y programar los equipos.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1478130000	1	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A
1734-AENTR	1	2-Port EtherNet I/O Adapter Module
1734-IB8	8	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	8	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	4	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE4C	1	Módulo 4 entradas analógicas
1734-TBS	21	Módulo base de tornillo
1734-EP24DC	1	Expansor alimentación Bus 24VDC

4.3.1.4. PIO 1 (IM3)

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens.
- Cablear la Fuente de alimentación y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Incorporar la PointIO al DLR de OI.
- Configurar y programar los equipos.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1478130000	1	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A
1734-AENTR	1	2-Port EtherNet I/O Adapter Module
1734-IB8	2	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	2	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	1	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE4C	1	Módulo 4 entradas analógicas
1734-IE8C	2	Módulo 8 entradas analógicas
1734-OE4C	1	Módulo 4 salidas analógicas
1734-TB	9	Módulo base de tornillo
2711P-T15C22D9P	1	HMI Panelview Plus 7, 15"

4.3.1.5. PIO 2 (IM4)

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens.
- Cablear la Fuente de alimentación y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Incorporar la PointIO al DLR de OI.
- Configurar y programar los equipos.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1478130000	1	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A
1734-AENTR	1	2-Port EtherNet I/O Adapter Module
1734-IB8	2	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	2	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	1	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE4C	1	Módulo 4 entradas analógicas
1734-IE8C	2	Módulo 8 entradas analógicas
1734-OE4C	1	Módulo 4 salidas analógicas
1734-TB	9	Módulo base de tornillo

4.3.1.6. PIO 3 (IM5)

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens.
- Cablear la Fuente de alimentación y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Incorporar la PointIO al DLR de OI.
- Configurar y programar los equipos.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1478130000	1	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A
1734-AENTR	1	2-Port EtherNet I/O Adapter Module
1734-IB8	2	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	2	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	1	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE4C	1	Módulo 4 entradas analógicas
1734-IE8C	2	Módulo 8 entradas analógicas
1734-OE4C	1	Módulo 4 salidas analógicas
1734-TB	9	Módulo base de tornillo
2711P-T15C22D9P	1	HMI Panelview Plus 7, 15"

4.3.1.7. PIO 4 (IM6)

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens.
- Cablear la Fuente de alimentación y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Incorporar la PointIO al DLR de OI.
- Configurar y programar los equipos.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1478130000	1	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A
1734-AENTR	1	2-Port EtherNet I/O Adapter Module
1734-IB8	2	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	2	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	1	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE4C	1	Módulo 4 entradas analógicas
1734-IE8C	2	Módulo 8 entradas analógicas
1734-OE4C	1	Módulo 4 salidas analógicas
1734-TB	9	Módulo base de tornillo

4.3.1.8. QE1 QE2 QE3 QE4

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens.
- Cablear la Fuente de alimentación y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Incorporar la PointIO al DLR de OI.
- Configurar y programar los equipos.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1478130000	1	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A
1734-AENTR	1	2-Port EtherNet I/O Adapter Module
1734-IB8	20	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	20	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	10	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE8C	2	Módulo 8 entradas analógicas
1734-TB	52	Módulo base de tornillo
1734-EP24DC	2	Expansor alimentación Bus 24VDC

4.3.1.9. QE5

El QE5 es el PointIO que se instalará para el control de la UF1.

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens.
- Cablear la Fuente de alimentación y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Incorporar la PointIO al DLR de UF.
- Configurar y programar los equipos.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1478130000	1	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A
1734-AENTR	1	2-Port EtherNet I/O Adapter Module
1734-IB8	10	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	10	Tarjeta alimentación comunes
1734-IE8C	1	Módulo 8 entradas analógicas
1734-TB	21	Módulo base de tornillo
1734-EP24DC	1	Expansor alimentación Bus 24VDC
2711P-T15C22D9P	1	HMI Panelview Plus 7, 15"

4.3.1.10. QE6

El QE6 es el PointIO que se instalará para el control de la UF3.

Las tareas a realizar por parte del adjudicatario serán, a priori, las siguientes:

- Desmantelar todo el hardware de Siemens.
- Cablear la Fuente de alimentación y todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo hardware de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...).
- Recablear las señales existentes y cablear cualquier nueva señal que pueda surgir.
- Incorporar la PointIO al DLR de UF.
- Configurar y programar los equipos.

REFERENCIA	UND.	EQUIPOS
1478130000	1	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A
1734-AENTR	1	2-Port EtherNet I/O Adapter Module
1734-IB8	4	Módulo 8 entradas digitales
1734-VTM	4	Tarjeta alimentación comunes
1734-OB8	3	Módulo 8 salidas digitales
1734-IE8C	1	Módulo 8 entradas analógicas
1734-TB	12	Módulo base de tornillo
1734-EP24DC	1	Expansor alimentación Bus 24VDC
2711P-T15C22D9P	1	HMI Panelview Plus 7, 15"

4.3.2. NUEVA ARQUITECTURA DE CONTROL DE ROCKWELL

A continuación se enumeran una serie de aspectos para estandarizar lo máximo posible el hardware que se utilizará para la renovación de la arquitectura de control del terciario avanzado.

4.3.2.1. SWITCH STRATIX

Entre otras, debe tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS STRATIX 5200		
Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	Stratix 1783-CMS10DP	
Puertos 10 /100MB Coure	8	
Puertos combinados 10/100/1 Gb (Coure o SFP)	2	
DLR	Permite 1 topología DLR (puertos Fa7-8 o Gi1-2)	

Tabla 10. Características Stratix 5200 1783-BMS10CGP

CARACTERÍSTICAS MÓDULOS SFP MULTIMODO		
Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	1783.SFP-100FX	
Forma	Módulo enchufable de factor de forma pequeño (SIP)	
Tipo	100Base . SX por fibra multimodo	
Longitud Uno	850 nm	
Tiempo. Operación	40..+85°C	

Tabla 11. Características de los módulos SFP Multimodo

En el caso que fuese necesario hacer conexiones de fibra óptica, será necesario adquirir los patch cords de fibra óptica multimodo, que debería tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS PATCHCORD FIBRA ÓPTICA		
Tipo de fibra	Multimodo	
Conector Lado A	Lc - Duplex modo (Revisar igualmente)	
Conector Lado B	Se desconoce (Revisar)	
Largo	2 metros	
Dimensiones de la fibra	50/125 µm	

Tabla 12. Características del cable de conexión de fibra óptica

Por otro lado, los cables RJ45 certificados de cobre que se utilizarán para conectar el Stratix con los diversos elementos de campo para tener el anillo DLR, tendrán que tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS CABLE RJ45		
Tipus de Cable	4 Pares trenzados certificados con blindaje categoría 6E	
Conector Lado A	RJ45 Macho Recto	
Conector Lado B	RJ45 Macho Recto	
Largo	Estándar (2,5,10,25m) según longitud	
Cubierto	PURO Libre de halógenos	

Tabla 13. Características Cableado RJ45

Por último, indicar que será necesario que cada switch venga equipado con una **tarjeta SD referencia (1784-SD1)** para poder realizar copias de seguridad de su configuración, firmware, etc. Además, es relevante que se realice un backup de toda su configuración en la tarjeta SD una vez que se haya puesto en marcha.

4.3.2.2. PERIFERIA DISTRIBUIDA (PUNTO DE ENTRADA/SALIDA)

De forma estandarizada, para realizar todo el conexionado de las señales físicas de campo (tanto para digitales como analógicas), se utilizará periferia distribuida de Rockwell que estará basada en la tecnología Point IO™.

Esta periferia distribuida estará compuesta por los siguientes elementos:

- Casco Point IO
- Módulos Expansión 24Vdc
- Tarjetas de Entradas Digitales.
- Tarjetas de Salidas Digitales
- Tarjetas de Entradas Analógicas.
- Tarjetas de Salidas Analógicas.

A la hora de insertar las tarjetas en el chasis del Point IO, se seguirá el siguiente orden (sin tener en cuenta los módulos de expansión):

- Tarjetas de Entradas Digitales.
- Tarjetas de Salidas Digitales.
- Tarjetas de Entradas Analógicas.
- Tarjetas de Salidas Analógicas

4.3.2.2.1. CABECERA COMUNICACIONES ETHERNET

Para transmitir el estado de adquisición de todas las señales conectadas a la periferia distribuida, se utilizará una cabecera de comunicaciones Ethernet 1734-AENTR de doble puerto con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS CABECERA COMUNICACIONES ETHERNET		
Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	1734-AENTR	
Puertos Ethernet	2 x Ethernet RJ45	
DLR	Admet DLR i topologies lineals	

Tabla 15. Características de la capa de comunicaciones Ethernet 1734-AENTR



4.3.2.2.2. BASE CONEXIONES MÓDULOS

Por cada una de las tarjetas que forman parte del chasis de Point IO, habrá que añadir una base para poder conectar estos módulos. La referencia de esta base será la 1734-TBS.

En esta base, será necesario configurar correctamente su "jumper" (selector naranja), en función del tipo de módulo que se vaya a conectar.



Figura 59. Base 1734-TBS

4.3.2.2.3. MÓDULO EXPANSOR 24 V CC

En caso de que por número de módulos sea necesario, será necesario instalar un módulo de expansión de 24Vdc en el chasis de Point IO. Por norma, exceptuando en casos especiales donde se indicará en el anexo en cuestión, la colocación de estos módulos se realizará aplicando el siguiente criterio:

- Chasis con 10 módulos o menos : No es necesario instalar ningún módulo de expansión.
- Chasis entre 11 y 26 módulos: Es necesario instalar un módulo de expansión a continuación del décimo módulo.
- Chasis superior a 27 módulos: Es necesario instalar un segundo módulo de expansión a continuación del decimosexto módulo.

Estos módulos de expansión tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS MÓDULO EXPANSIÓN 24Vdc



Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	1734-EP24DC	
Alimentación	24 V CC	
Intensidad	10A máximo BUS	

Tabla 16. Características del Módulo de Expansión 24Vdc 1734-EP24DC

4.3.2.2.4. MÓDULO ENTRADAS DIGITALES

Se ha estandarizado, dentro de toda la gama de módulos de entradas digitales, el modelo 1734-IB8, que entre otros tiene las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS MÓDULO ENTRADAS DIGITALES		
Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	1734-IB8	
Alimentación	24 V CC	
Nº. Entradas	8 Entradas Digitales	

Tabla 17. Características del Módulo de Entradas Digitales 1734-IB8

4.3.2.2.5. MÓDULO SALIDAS DIGITALES

De forma estandarizada, el módulo utilizado por las salidas digitales será en 1734-OB8. Estas salidas son de tipo transistor y en función del equipo o elemento sobre el que se desee actuar, será necesaria la utilización de relés de interfaz a 24Vdc.

Entre otros, estos módulos de salida tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS MÓDULO SALIDAS DIGITALES		
Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	1734-OB8	
Alimentación	24 V CC	
Nº. Salidas	8 Salidas Digitales	

Tabla 18. Características del Módulo de Salidas Digitales 1734-OB8

4.3.2.2.6. MÓDULO ENTRADAS ANALÓGICAS

El módulo de entradas analógicas que se ha estandarizado por las diversas instalaciones de la EDAR Prat es la 1734-IE8C. Estas tarjetas tienen la posibilidad de configurar hasta 8 entradas analógicas y son de tipo intensidad para poder leer equipos con medidas analógicas de 4-20mA o 0-20mA.

Entre otras, tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS MÓDULO ENTRADAS ANALÓGICAS		
Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	1734-IE8C	
Alimentación	24 V CC	
Nº. Entradas	8 Entradas, Unipolares, no aisladas	
Intensidad Medida	4-20 mA / 0-20 mA	

Tabla 19. Características del Módulo de Entradas Analógicas 1734-IE8C

4.3.2.2.7. MÓDULO SALIDAS ANALÓGICAS

El módulo estandarizado para el tratamiento de las distintas señales de salida analógicas será el 1734-OE4C. La gestión de las salidas de este módulo es por intensidad con el rango de 0-20mA.

Entre otras, esta tarjeta tiene las siguientes características:



CARACTERÍSTICAS MÓDULO SALIDAS ANALÓGICAS		
Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	1734-OE4C	
Alimentación	24 V CC	
Nº. salidas	8 Sortides, Unipolares, no aislados	
Intensidad Salida	0-20 mA / 4-20 mA	

Tabla 20. Características del Módulo de Salidas Analógicas 1734-OE4C

4.3.2.3. ESCÁNERES PROFIBUS DP

Dentro del proceso de renovación de la arquitectura, será necesario sustituir al actual master de Profibus DP, que actualmente es de Siemens y está integrado dentro del propio chasis del PLC, por una pasarela de comunicaciones Ethernet/Ip a Profibus DP para poder comunicar con el Circutor CM144 ubicado en la puerta del

Por este motivo, se ha estandarizado la siguiente pasarela una pasarela de la marca Prosoft con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS PASARELA PROFIBUS DP		
Fabricante	Prosoft	
Referencia	PLX51-PBM	
Alimentación	24 V CC	
Conexión Ethernet	2 x RJ45 con DLR	
Conexión Profibus DP	Conector D-Sub de 9 pines hembra	

Tabla 21. Características Pasarela HMS Profibus DP

4.3.2.4. HMI

En el presente proyecto se contempla la adquisición de cuatro HMI modelo **"2711P-T15C22D9P PanelView Plus 7"** (marca Allen Bradley), 15 pulgadas y alimentado a 24 V CC, para instalarlo en los 2 bastidores de ósmosis que llevan pantalla y en las 2 ultrafiltraciones, para reemplazar a las HMI de Siemens actuales.

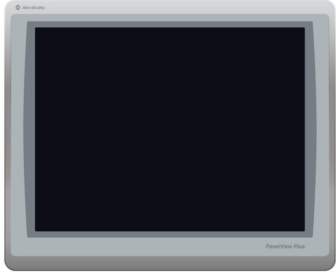
CARACTERÍSTICAS PANELVIEW ROCKWELL		
Fabricante	Allen Bradley	
Referencia	2711P-T15C22D9P	
Alimentación	24 V CC	
Pulgadas	15"	
Puertos Ethernet	2x RJ45 (opción DLR)	

Tabla 22. Características del Módulo de Salidas Analógicas 1734-OE4C

Los nuevos HMI deben conectarse mediante cable Ethernet/IP, al switch Stratix 5700 instalado en el armario de comunicaciones de la Ósmosis.



Figura 62. Armario de comunicaciones Osmosis CCM

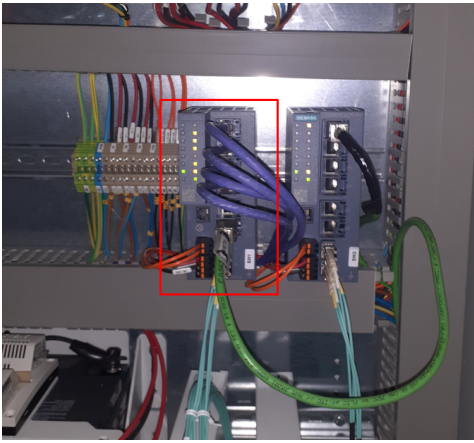


Figura 63. Scalance del anillo del bus de planta (Armario de comunicaciones de Osmosis CCM)

Además, se contempla la configuración y programación de los diferentes HMI para que se puedan operar y visualizar los procesos de Ultrafiltración y Ósmosis.

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 56/69

A nivel de tamaño, ambas pantallas son muy similares, el Cutout del HMI de Siemens es de 367 mm de ancho por 289 mm de altura mientras que el HMI de Rockwell es de 353 mm de ancho por 290 mm de altura, por tanto retocando un poco el agujero debería de entrar.

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 57/69

4.3.3. APARELLAJE ELÉCTRICO

A continuación se destacan los puntos más relevantes referentes al ámbito de la aparamenta eléctrica:

- Será necesario evaluar con exactitud los metros necesarios para las diferentes tiradas de cable Ethernet/IP para los anillos DLR, así como realizar su adquisición e instalación.
- Realizar la adquisición e instalación de todo aquel pequeño material eléctrico que sea necesario en los distintos armarios que intervienen en el proyecto (bornes, cableado eléctrico, protecciones, interruptores diferenciales, etc). Este material deberá analizarse por parte del contratista, tras la revisión de los armarios, conociendo las necesidades del proyecto.
- Se deberá desmontar el chasis en el que está instalado el PLC de Siemens y sustituirlo por carril DIN, lo que implica una modificación mecánica de la placa del armario.
- Se tendrá que realizar nuevos esquemas eléctricos para los armarios.

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 58/69

4.4. SCADA

La ejecución del presente proyecto comporta, como mínimo, las siguientes tareas a nivel de SCADA:

Creación de las pantallas necesarias para incluir todo lo referente a los procesos de Osmosis y Ultrafiltración.

- **Modificación de Tags:** Debido a que se tendrá que codificar todo al nuevo estándar de ecofactorías, deberán modificarse los tags necesarios del proceso actual para que lo siga.
- **Creación de Tags:** Debido al nuevo estándar de ecofactorías, será necesaria la creación de Tags con la normativa ISA. Estos Tags tendrán que darse de alta en el SCADA y vincularlos al PLC.
- **Modificación de Pantallas y Pop Ups:** Será necesario modificar las pantallas y pop ups ya existentes para que muestren la información que sea necesaria relativa al terciario avanzado (ya sean Tags modificados y/o nuevos).
- **Creación de Pantallas y Pop Ups:** Se necesita realizar nuevas pantallas y pop ups para visualizar los nuevos anillos DLR, ver el estado de los switchos y sus puertos, ver si existe algún otro equipo de control en alarma, etc. Además deberán crearse las pantallas y pop-ups necesarios para la correcta visualización del proceso de terciario avanzado.

5. RESUMEN DE LOS TRABAJOS

A continuación se muestra una lista resumen de las tareas mínimas e indispensables necesarias para llevar a cabo el proyecto de remodelación de la arquitectura de la ósmosis:

5.1. MATERIALES

- **Adquirir material** para la renovación de los diferentes equipos de Ultrafiltración y ósmosis. A nivel general se propone:
 - Controlador Compactlogix 5069-L320ER.
 - Periferia distribuida (E/S puntual)
 - Escáneres Profibus DP
 - HMI Rockwell 2711P-T15C22D9P

TIPO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	CANT.
Controladores CPU's	1756-A4	ControlLogix 4 Slots Chassis	1
	1756-PB75	ControlLogix 24V DC Power supply	1
	1756-L82E	PLC ControlLogix 5580	1
	1756-EN2TR	CLX ENet/IP 100M DLR	1
	1756-N2	Tapa para Slot vacio ControlLogix	2
Periferia Distribuida	1478130000	Fuente alimentación Weidmuller PRO MAX 240W 24V 10A	8
	1734-TB	Module Bases W/ Removable IEC Spring Terminals	214
	1734-AENTR	2-Port EtherNet I/O Adapter Module	8
	1734-IB8	24V Dc 8 Channel Sink Input Module	75
	1734-VTM	Tarjeta alimentación comunes	75
	1734-OB8	24V Dc8 Channel Source Output Module	29
	1734-IE4C	24V Dc 4 Channel High Density Analog Current Input Module	6
	1734-IE8C	24V Dc 8 Channel High Density Analog Current Input Module	17
	1734-OE4C	24V Dc 4 Points Analog Current Output Module	12
	1734-EP24DC	Expansor alimentación Bus 24VDC	6
Switches de campo	1783-US4T1F	Stratix 2000 unmanaged switch, 4 copper 10/100 ports, 1 Multimodemode 100 meg preinstalled fiber SFP module	2
Scanners	PLX51PBM	Pasarela EIP/ Profibus	2
HMI	2711P-T15C22D9P	Panel View Plus 7, 15" XGA, TFT Color, 24 V DC, Touchscreen Panel	5

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 60/69

5.2. INSTALACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

- Realización de una **propuesta de planificación** (Diagrama Gantt) que contemplo los plazos para llevar a cabo el desarrollo y validación del proyecto dentro de los plazos de tiempo marcados por AB.
- **Realización de un listado de todo el material** para llevar a cabo la ejecución del proyecto, se tendrán que realizar analizar la instalación actual y verificar que los materiales previos eran los adecuados.
- **Realizar el análisis de los distintos armarios** y realizar el estudio de la ubicación del nuevo material necesario para sustituirlo.
- Realizar una **auditoría de señales y cableado existentes**, se contempla que habrá un 25% de las señales o cableado que requerirán trabajos adicionales.
- **Realización de los nuevos esquemas eléctricos de OI y modificación de los esquemas de UF**
- **Montaje, conexonado y configuración de todos los nuevos equipos de control** (CPU, Stratix, Switchos,, PointI/O, etc.).
- **Programación de los PLC de Ultrafiltración y Ósmosis inversa.**
- **Programación de la gestión de la mensajería**, en el caso que sea necesario comunicar información entre el PLC de OI y UF y el PLC de FrontEnd.
- **Programación del Front End de la EDAR Baix Llobregat** y lo necesario en los **PLC de Osmosis y UF** para garantizar las comunicaciones entre ellos, incluyendo la configuración y programación de la pasarela.
- **Programación del SCADA**, incluyendo Tags (modificaciones y creación de nueces) y pantallas / pop ups.
- **Montaje del HMI** en los diferentes armarios y conexión de estos HMI al **Switch Stratix 5700 del anillo de control.**
- **Programación de las HMI**, tanto las 2 que se incorporan en el proyecto para las **ultrafiltraciones y la Ósmosis**, como la del propio CCM, para que desde esa pantalla pudiese gobernarse terciario avanzado entero.
- Documentación del proyecto, incluyendo: **Ingeniería de detalle**, redacción de las **especificaciones funcionales** y de diseño, el **listado de equipos** y el **listado de señales, listado de IPs, MPAS, listado de enclavamientos**, etc.
- **Pruebas FAT** de los diferentes PLCs (OI y UF), SCADA y HMI.
- **Puesta en marcha** de los PLCs de OI, UF y Front End el HMI y el SCADA, incluyendo **Pruebas SAT.**
- **Desmantelamiento y gestión de residuos** aquellos materiales que queden fuera de servicio, procedentes de la antigua solución de control de los pozos.
- **Etiquetado de todos los equipos físicos** a los que se les cambie el tag a la nueva nomenclatura.

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 61/69

6. FAT, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LOTE 1

En cuanto a la puesta en servicio de los sistemas, aparte de las pruebas básicas de señales y comunicaciones, se tendrán que llevar a cabo baterías de pruebas FAT conjuntamente con personal de explotación de planta y SCI, de forma que se pueda validar la mayor parte del sistema y su funcionamiento previamente a las pruebas SAT y a la puesta en servicio. Todas las baterías de pruebas se documentarán de forma que quede registro del correcto funcionamiento de los elementos y programaciones de PLC y SCADA.

La puesta en marcha del sistema automatizado tendrá impacto en la operativa actual de planta y por tanto, se deberá minimizar el tiempo de parada.

7. DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE EJECUCIÓN LOTE 2

Durante toda la ejecución del proyecto (incluyendo la puesta en marcha), se requiere la asistencia técnica de un especialista en PLC y SCADA para dar soporte al personal de AB.

Concretamente, será necesario que asuma las siguientes tareas:

- Realización de inspecciones de cumplimiento de estándares de AB en las tareas a realizar en el Lote 1.
- Realización de inspecciones de cumplimiento de referencias requeridas en el Pliego, así como velar por la calidad de los trabajos.
- Dar soporte técnico de SCADA y PLC durante el desarrollo del proyecto (en las diferentes fases y/o etapas), así como en la puesta en marcha. Incluye soporte en la realización de pruebas FAT / SAT.
- Validación de documentación generada a lo largo del proyecto por parte del Lote 1.
- Asistencia a reuniones de coordinación y técnicas, visitas a planta, realización y levantamiento de actas, etc.

8. CONDICIONES OPERATIVAS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

8.1. COBERTURA DEL SERVICIO

El proveedor debe indicar en su propuesta técnica el hardware propuesto, justificando el cumplimiento de los requisitos descritos en el presente documento.

El servicio del proveedor debe cubrir el suministro, instalación, programación y puesta en marcha del hardware y software.

8.2. ENTREGABLES

En cuanto a la documentación que deberá generarse al final del proyecto, existe una serie estandarizada de documentación requerida general y por cada uno de los procesos que deberá entregarse:

- Esquemas eléctricos multifilares y layouts de todos los cuadros suministrados en formato CAD y PDF.
- Arquitecturas de comunicaciones finales en formato CAD y PDF.
- Set de documentación de fabricante de los principales equipos suministrados.
- Ingenierías de detalle, incluyendo también la información relevante de las mangueras de alimentación y señal.
- Listados de máquinas.
- Listados de tipología.
- Listados de parámetros de comunicaciones.
- Listados de enclaves por todos aquellos actuadores que los tengan, donde se reflejará un sobrenombre del enclave, una descripción del mismo y la fórmula lógica que lo activa.
- Listados de redes y direcciones con toda la información de comunicaciones TCP/IP.
- Especificaciones funcionales y manuales de operación, donde se recogerá toda la información de cómo funciona el proceso, la arquitectura de hardware final, la forma de operar el proceso, etc.
- Especificaciones funcionales y manuales de operación, configuración y mantenimiento del SCADA.
- Documentación de configuración en las plantillas, estilos, UDTs y gráficos del SCADA descritos en el punto 4.2.
- Archivos editables de proyecto de programación de PLC, SCADA y HMI.
- Checklists de pruebas y puesta en marcha.

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 64/69

- Recopilación de información, a modo de informe, de todos los puntos destacables encontrados durante la puesta en marcha y que permitirán al personal de explotación y mantenimiento tener una referencia de los problemas detectados y posibles soluciones.
- Formación a los técnicos (debe incluir la creación de presentaciones y material necesario para los técnicos y desarrolladores que asistan a la formación).

8.3. EQUIPO DE TRABAJO

8.3.1. JEFE DE PROYECTO

- **Formación:** Estudios universitarios de carácter científico o tecnológico con un grado y/o máster en ingeniería (industrial, telecomunicaciones, informática, automática o similar) o ciencias, equivalente.
- **Experiencia:** Requeridos por lo menos 6 años de experiencia en gestión de proyectos de automatización y una experiencia mínima de 4 años en la gestión de proyectos SCADA desarrollados con las tecnologías de Ignition y/o de proyectos de control con las tecnologías de Rockwell.

8.3.2. TÉCNICO DE AUTOMATIZACIÓN

- **Formación:** Ciclo formativo de grado superior en automatización industrial o grado en ingeniería electrónica, industrial, eléctrica o similar
- **Calificación:** Experiencia demostrable en el diseño, configuración y despliegue de arquitecturas de automatización que incluyan PLC-SCADA-Sistemas de Información.
- **Experiencia:** Requeridos por lo menos 4 años de experiencia como técnico en automatización en plataformas de Rockwell Automation (ControlLogix).

8.3.3. TÉCNICO DE SCADA

- **Formación:** Ciclo formativo de grado superior en automatización industrial o grado en ingeniería electrónica, industrial, eléctrica o similar
- **Calificación:** Experiencia demostrable en el diseño, configuración y despliegue de aplicaciones SCADA e imprescindible disponer de la certificación Gold d'Ignition.
- **Experiencia:** Requeridos por lo menos 4 años de experiencia como técnico de desarrollo de soluciones SCADA con Ignition, preferiblemente en aplicaciones de proceso.

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 65/69

8.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se mantendrán reuniones periódicas, con la frecuencia que solicite el avance del proyecto, con los interlocutores de SCI y de gestión de proyecto para informar de los avances de los trabajos.

El proveedor actualizará periódicamente el estado de ejecución de los trabajos respecto a la planificación prevista.

Al inicio de la ejecución, los interlocutores de SCI y de gestión del proyecto abrirán una lista de desviaciones del proyecto que se tratarán en las reuniones de seguimiento y el proveedor propondrá soluciones y plazos de resolución.

8.5. PLANIFICACIÓN Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Los licitadores del lote 1 deberán de entregar en sus ofertas una propuesta de Planificación de la ejecución del proyecto, con el objetivo de disponer de todos los requerimientos de infraestructura y desarrollos del presente proyecto en el plazo máximo de DOCE (12) MESES o inferior que oferten, a contar desde la firma del contrato.

Esta planificación , deberá de contemplar como mínimo de las siguientes tareas e hitos operativos:

- Kick off
- Análisis, Diseño y Construcción
- Pruebas técnicas
- Pruebas funcionales (detallando en qué entornos y qué tipos de pruebas)
- Formación
- Puesta en marcha y paso a Pre-Producción del aplicativo SCADA

El licitador que resulte Adjudicatario deberá de constituir equipo de trabajo para la ejecución del proyecto objeto de esta licitación, así como para llevar a término la reunión de Kickoff prevista en este PPT, en un plazo máximo de QUINCE (15) días naturales a contar desde la firma del contrato.

Respecto a los licitadores del Lote 2, deberán dar cobertura al proyecto lo que duren los trabajos del Lote 1.

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>PPT Mejora del sistema de control del terciario avanzado de la ERA Baix Llobregat</i>	
			Pág. 66/69

8.6. FORMACIÓN

El proyecto deberá contemplar una fase de formación posterior a la puesta en marcha en la que el adjudicatario deberá formar al equipo, que Aigües de Barcelona designe, sobre los desarrollos implementados, su configuración, instalación y resolución de problemas.

Se realizará la formación y traspaso de conocimiento de las funcionalidades implementadas a incluir en el Plan de Capacitación y Formación a presentar para el personal de Aigües de Barcelona. Estas sesiones formativas no deben suponer un sobrecoste sobre el presupuesto adjudicado y se harán en dos días separados por una semana.

8.7. GARANTÍA

El hardware y el software implementado tendrá un período de garantía mínimo de DOS (2) AÑOS, a partir del día siguiente a la recepción de las obras.

Esta garantía se refiere a la ejecución de trabajos posteriores derivados de los trabajos realizados durante la ejecución del proyecto. Durante el período de garantía se podrá requerir la corrección de errores detectados en el software, hardware o en los entregables del proyecto, sin coste añadido alguno.

ANEXO 1. INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTOS (KPIs) PARA LA OBJETIVACIÓN DE LAS PENALIZACIONES

Para garantizar que las penalizaciones sean objetivables, mensurables y no impugnables, se definen a continuación los indicadores clave de rendimiento (KPIs) vinculados a cada uno de los supuestos de penalización.

1. KPIS DE CALIFICACIÓN Y ESTABILIDAD DEL EQUIPO

Indicadores clave de rendimiento (KPI)	Definición	Umbral aceptable	Umbral de penalización
Tasa de permanencia de perfiles seniors	% de miembros seniors de la oferta que se mantienen activos durante todo el proyecto.	100%	< 100% sin aprobación previa se aplica penalización por sustitución.
Años de experiencia acreditados de los perfiles	Años documentados en CV por los diferentes perfiles que es mantienen activos durante todo el proyecto.	≥ años en el CV	< años CV en algún Se aplica el perfil exclusión o penalización.
Certificaciones acreditadas por perfil técnico	documentaciones oficiales aplicaciones en folclore técnico o PPT en los perfiles del equipo de proyecto.	≥ certificaciones nosotros pedidas en PPT	< a las penalizaciones demandadas en el PPT aplica penalización.

2. KPIS DE CALIDAD DE LOS ENTREGAS TÉCNICOS

Indicadores clave de rendimiento (KPI)	Definición	Umbral aceptable	Umbral de penalización
Tasa de aprobación pruebas FAT en primera presentación	% de puntos del protocolo FAT superados sin observaciones de errores en la primera revisión.	$\geq 90\%$	$< 90\%$ i $\geq 80\%$ implica aviso sin penalización. $< 80\%$ implica penalización por revisión adicional
Tasa de aprobación pruebas SAT en primera presentación	% de puntos del protocolo SAT superados sin observaciones por errores en la primera revisión.	$\geq 90\%$	$< 90\%$ i $\geq 80\%$ implica aviso sin penalización. $< 80\%$ implica penalización por revisión adicional.
Número de no conformidades abiertas al cierre	No conformidades técnicas documentadas pendientes de resolución en el momento de la entrega final.	0 no conformidades	≥ 1 crítica o ≥ 3 menores implica penalización.
Tiempo medio de resolución de no conformidades	Días hábiles desde la detección hasta el cierre verificado de cada no conformidad.	≤ 10 días hábiles	> 15 días hábiles implica penalización por retraso.

3. KPIS DE CALIDAD DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Indicadores clave de rendimiento (KPI)	Definición	Umbral aceptable	Umbral de penalización
Incumplimiento de la documentación entregada	% de ítems documentales requeridos en el pliego entregados efectivamente en el plazo pactado.	100%	$< 100\%$ y $\geq 90\%$ → aviso sin penalización $< 90\%$ → penalización por incumplimiento documental
Número de revisiones solicitadas por documento	Media de ciclos de revisión necesarios hasta la aprobación de cada documento técnico.	≤ 1 revisión por documento	> 2 revisiones por documento → pynalización
Conformidad de formato y estándar	% de documentos entregados que se ajustan a los formatos y plantillas exigidos en el pliego.	100%	$< 100\%$ → penalización por día de retraso

4. KPIS DE CUMPLIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

Indicadores clave de rendimiento (KPI)	Definición	Umbral aceptable	Umbral de penalización
Desviación sobre el cronograma pactado	Días de retraso sobre los hitos contractuales acordados en el plan de trabajo o plan de obra y montaje (POM).	0 días de desviación	> 5 días hábiles por hito implica penalización por atraso.
% de metas completas en fecha	Proporción de metas en la fecha acordada en el cronograma contractual o pactado.	≥ 95%	<95% i ≥80% implica un aviso sin penalización < 80% implica penalización
Tiempo de respuesta ante incidencias críticas en el transcurso del proyecto	Horas desde la notificación de una incidencia crítica ¹ hasta la primera respuesta técnica efectiva.	≤ 4 horas ²	>4 i ≤8h implica un aviso sin penalización > 8 horas implica penalización por incidencia

¹ incidencia que afecta a la continuidad del servicio y está ocasionada por alguna actuación dentro del proyecto

² considerado en horario laboral o lo acordado por el proyecto