



**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA
RENOVACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL
DE LOS POZOS DE INYECCIÓN DE LA EDAR BAIX
LLOBREGAT Y ELEVACIÓN DE LOS CUADRO ELÉCTRICOS
DE POZOS SUBTERRÁNEOS
RIM APRAT2503**



ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	5
2. OBJETO.....	9
3. SITUACIÓN ACTUAL.....	10
3.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES.....	10
3.2. COMUNICACIONES.....	14
3.2.1. COMUNICACIONES POZOS FASE 1.....	14
3.2.2. COMUNICACIONES POU S FASE 2.....	16
3.2.2.1. LADO EDAR PRAT.....	17
3.2.2.2. LADO POZOS DE INYECCIÓN.....	21
3.3. CONTROL.....	23
3.3.1. EQUIPOS DE CONTROL DE LOS POZOS.....	23
3.3.1.1. POU INTERIOR EDAR.....	23
3.3.1.2. POZOS EXTERIORES EDAR - ESPACIO CONFINADO.....	26
3.3.1.3. POZOS EXTERIORES EDAR - SUBTERRÁNEO.....	29
3.3.1.4. BOLSA EXTERIOR EDAR - CASSETTE.....	32
3.3.2. SEÑALES DE EQUIPOS DE LOS POZOS.....	34
3.3.2.1. SEÑALES DE EQUIPOS DE LOS POZOS FASE 1.....	34
3.3.2.2. SEÑALES DE EQUIPOS DEL POU S FASE 2.....	36
3.4. HMI.....	37
3.5. SCADA.....	38
3.5.1. ERRORES SCADA REALES.....	42
4. DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE EJECUCIÓN.....	43
4.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES.....	43
4.2. COMUNICACIONES.....	43
4.2.1. COMUNICACIONES POU S FASE 1.....	43
4.2.2. COMUNICACIONES POU S FASE 2.....	45
4.2.2.1. LADO EDAR PRAT.....	47
4.2.2.2. FRONT END ROCKWELL.....	47
4.2.2.3. MASTER AREMA / ÓSMOSIS.....	48



4.2.2.4. LADO POZOS DE INYECCIÓN.....	49
4.3. HARDWARE DE CONTROL.....	51
4.3.1. ADAPTACIÓN DE LOS ARMARIOS DE CONTROL EXISTENTES.....	51
4.3.1.1. CUADRO POZO 1.....	52
4.3.1.2. CUADRO POZO 2 Y 3 (ESPACIO CONFINADO).....	53
4.3.1.3. CUADRO POZOS EXTERIORES CON CASETA.....	54
4.3.2. NUEVOS ARMARIOS DE CONTROL POZOS EXTERIORES SUBTERRÁNEOS.....	55
4.3.3. NUEVA ARQUITECTURA DE CONTROL DE ROCKWELL.....	56
4.3.3.1. SWITCH STRATIX.....	56
4.3.3.2. CPU.....	59
4.3.3.3. PERIFERIA DISTRIBUIDA (POINT I/O).....	59
4.3.3.3.1. CABECERA COMUNICACIONES ETHERNET.....	60
4.3.3.3.2. BASE CONEXIONES MÓDULOS.....	60
4.3.3.3.3. MÓDULO EXPANSOR 24 VDC.....	61
4.3.3.3.4. MÓDULO ENTRADAS DIGITALES.....	62
4.3.3.3.5. MÓDULO SALIDAS DIGITALES.....	62
4.3.3.3.6. MÓDULO ENTRADAS ANALÓGICAS.....	63
4.3.3.3.7. MÓDULO SALIDAS ANALÓGICAS.....	63
4.3.3.4. ESCÁNERES PROFIBUS DP.....	64
4.3.3.5. DLR.....	65
4.3.3.6. HMI.....	66
4.3.4. APARELLAJE ELÉCTRICO.....	68
4.3.5. CAS ESPECIAL POU 14.....	69
4.4. SCADA.....	72
4.5. SONDA MULTIPARÁMETRO.....	72
5. RESUMEN DE LOS TRABAJOS.....	73
5.1. MATERIALES.....	73
5.2. INSTALACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS POUS.....	75
6. FAT, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA.....	77
7. CONDICIONES OPERATIVAS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO.....	78
7.1. COBERTURA DEL SERVICIO.....	78
7.2. ENTREGABLES.....	78
7.3. EQUIPO DE TRABAJO.....	79
7.3.1. JEFE DE PROYECTO.....	79
7.3.2. TÉCNICO DE AUTOMATIZACIÓN.....	79
7.3.3. TÉCNICO DE SCADA.....	79



7.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	80
7.5. FORMACIÓN.....	81
7.6. GARANTÍA.....	81
7.7. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	81

1. ANTECEDENTES

La Estación de Agua Regenerada (ERA) de El Prat de Llobregat, gestionada por el Área Metropolitana de Barcelona y Aigües de Barcelona, controla varios pozos de inyección cuyo objetivo es frenar la intrusión salina del agua marina en el acuífero profundo del Delta del río Llobregat.

Concretamente, el agua proviene del efluente terciario de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) del Baix Llobregat y, tras pasar por diversos tratamientos avanzados de ultrafiltración, Ósmosis y desinfección de la ERA, se envía a los pozos. Posteriormente, los pozos inyectan el agua tratada en la frontera del acuífero, a fin de crear una barrera de agua que bloquee la contaminación del acuífero por la entrada de agua salina del mar.

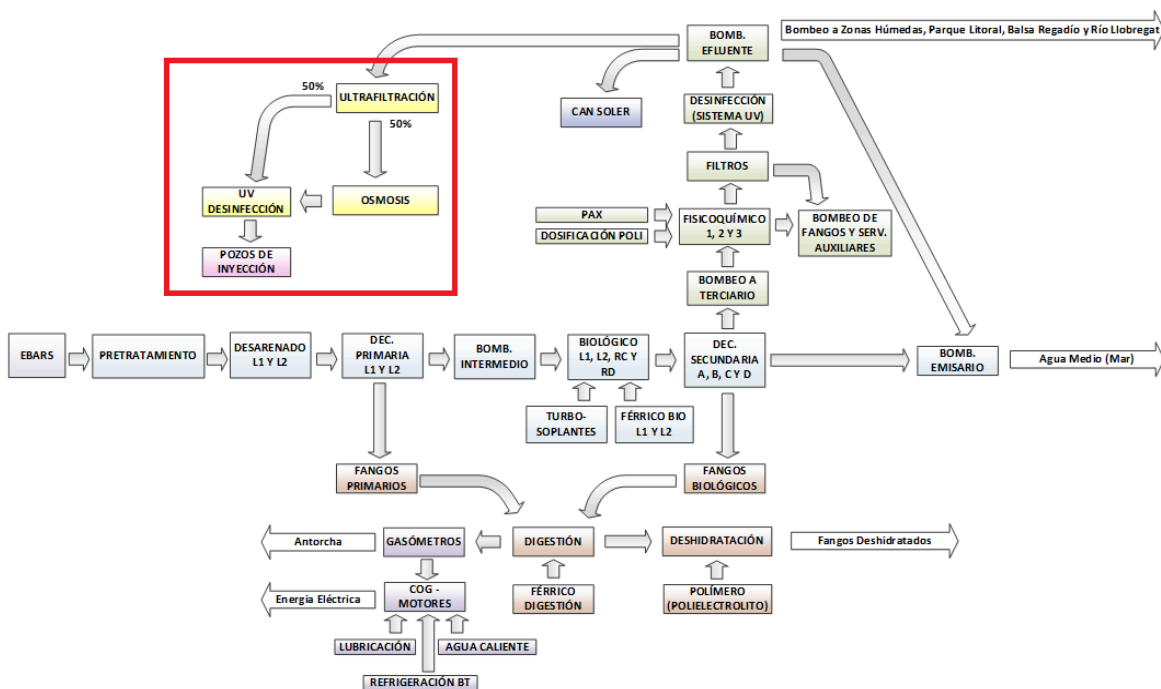


Figura 1. Procesos de la EDAR Baix de Llobregat (tratamientos avanzados del agua enviada a pozos de inyección)

Concretamente, hay un total de **15 pozos de inyección** distribuidos por El Prat de Llobregat y la Zona Franca de Barcelona, aunque tres de ellos actualmente están fuera de servicio (pozo 3, pozo 4 y pozo 9).



Figura 2. Ubicación de los Pozos de Inyección (Fase 1 y 2)

POZOS FASE 1:

POZO	IMAGEN	COORD.	DIRECCIÓN	TIPO
1		X: 426.488 Y: 4.573.910	Av L' Estany de Port S/N 08820 Prat de LL.	INTERIOR DE LA EDAR PRAT (CASETA)
2		X: 426.798 Y: 427.009	Calle 114, 5 08820 Prat de LL.	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (ESPACIO CONFINADO)
3		X: 427.009 Y: 4.574.357	Calle 114 con Calle 107 08820 Prat de LL.	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (ESPACIO CONFINADO) (Actualmente fuera de servicio desde 2019 por avería a su acometida)
4	N / A.			FUERA DE SERVICIO DESDE 2007. No se contempla a corto plazo su entrada en funcionamiento.



POZOS FASE 2 - ZONA FRANCA:

PAR A	IMAGEN	COORD.	DIRECCIÓN	TIPO
5		X: 427.425 Y: 4.575.068	Calle Letra A de la Zona Franca, 9-7 08040 Barcelona	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (SUBTERRÁNEO)
6		X: 427.653 Y: 4.575.571	Calle Letra A de la Zona Franca, 35-39 08040 Barcelona	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (SUBTERRÁNEO)
7		X: 427.653 Y: 4.575.016	Calle Letra A de la Zona Franca, 45 08040 Barcelona	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (SUBTERRÁNEO)
8		X: 428.064 Y: 4.576.409	Calle Letra A de la Zona Franca, 65-63 08040 Barcelona	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (CASITA)
9		FUERA DE SERVICIO DESDE 2020 No se contempla a corto plazo su entrada en funcionamiento.		
10		X: 428.353 Y: 4.577.017	Calle Letra A de la Zona Franca, 105 08040 Barcelona	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (SUBTERRÁNEO)
11		X: 428.353 Y: 4.577.318	Calle Letra A de la Zona Franca - Puerto 08040 Barcelona	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (SUBTERRÁNEO)



12		X: 425.984 Y: 4.573.802	Mirador Parque del Prat, 08820 El Prat de Llobregat	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (CASITA)
13		X: 425.828 Y: 4.573.614	Camino Real de Valencia, 08820 El Prat de Llobregat	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (CASITA)
14		X: 425.707 Y: 4.573.349	Camino Real de Valencia (Parking) , 08820 El Prat de Llobregat	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (CASITA)
15		X: 425.327 Y: 4.572.975	Plataforma de observación del aeropuerto, 08820 El Prat de Llobregat	EXTERIOR DE LA EDAR PRAT (CASITA)

Tabla 1. Ubicación de los pozos y tipología

En la actualidad, los pozos de inyección están dotados de controladores **SIEMENS S7-300** que, a través de unas tarjetas especiales de comunicaciones **TIM3V-IE** y, en algunos casos, unos módulos **MD 741-1**, son capaces de comunicar con un PLC de la marca SIEMENS ubicado en el CCM de Ósmosis de la planta que se encarga de gestionar las comunicaciones. Este PLC, llamado Master Arema, a su vez es también el encargado de comunicar con el SCADA de la EDAR Baix Llobregat de forma centralizada (**Suite Simatic PCS7**).

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>RIM APRAT2503 - Barrera intrusión salina. Mejora de la red de comunicaciones.</i>	
		Pág. 9/82	

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 las constantes averías de comunicaciones con el sistema actual, puesto que imposibilitan la visualización de los datos necesarios para la operativa de los pozos, así como bloquean el funcionamiento en remoto automático del proceso de inyección de los pozos.
- Estandarizar el sistema de comunicación actual de los pozos, puesto que comunican a través de un tunnel VPN, mediante un Firewall Scalance S613 (fuera del alcance del departamento corporativo de Seguridad Lógica de Aigües de Barcelona) y un router DSL (fuera del alcance del departamento corporativo de Comunicaciones de Aigües de Barcelona).
- Renovar los equipos de control SINAUT station with CPU 313C & TIM3V-IE con módulos MD 741-1, que están descatalogados y fuera de soporte.

El presente pliego se complementa a nivel de información técnica con **el estándar de automatización específico de ecofactorías** 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, del 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 especificaciones funcionales actuales de los pozos de inyección.
- La arquitectura de comunicaciones actual (no estandarizada y no securizada) por los distintos tipos de pozos.
- Los equipos de control para los distintos tipos de pozos, incluyendo imágenes, esquemas eléctricos y listados de señales mínimas.
- El HMI actual (averiado), ubicado en el CCM de Ósmosis, que permitía operar y visualizar todos los pozos de inyección.
- 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. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES

Los pozos tienen una profundidad aproximada de entre 60 y 75 m, hasta atravesar totalmente el acuífero profundo del Delta del Llobregat, y se han ejecutado con tubo ranurado únicamente en esta zona de profundidad del acuífero, ya que es donde se efectúa la inyección de agua.

El fondo de la perforación se llena con bentonita, que actúa como tapón de fondo, con un grosor de 1,5 m.

La zona ranurada para la inyección del agua en el acuífero, y hasta un metro por encima de la misma, se recubre anularmente con grava de entre 5 y 8 mm que actúa como prefiltro, y por encima de este empaquetado de grava se llena con bentonita en pellets, para separar la zona de inyección de la zona superior que se llena con una lechada de cemento, por lo que la bentonita siempre queda por encima del nivel superior del acuífero, aislándolo.

El cemento sirve como material sellante hasta la superficie, lo que garantiza que no comuniquen las aguas de este acuífero con las del superficial que se encuentra entre 5 y 10 m.

Todos estos pozos están equipados con una tubería de alimentación de agua en el acuífero procedente de la red de distribución (en acero inoxidable) y una tubería de salida de agua de lavado de los pozos unida a una electrobomba sumergible que va a una red de drenajes.

El lavado, que se realiza periódicamente, es crucial en este tipo de pozos para prevenir fenómenos de colmatación en los mismos, lo que es la principal causa de fracaso en estas experiencias.



El equipamiento existente en todos los pozos es casi idéntico, al igual que la programación de los mismos, existiendo mínimas diferencias entre los pozos semienterrados y los aéreos. Sólo en los pozos semienterrados hay alarma de inundación que equipa una bomba de achique automática.



Figura 3. Proceso de inyección y limpieza (Ejemplo Pozo 15)

El funcionamiento de los pozos de inyección es muy común para todos ellos y se basa, principalmente, en dos procesos:

1) Inyección (Remoto Automático, Remoto Manual y Local):

La inyección de agua en los pozos que se realiza a 40 metros de profundidad es en continuo, las 24 horas del día, y se hace por gravedad venciendo la contrapresión del acuífero de forma que la entrada en éste sea, en el régimen, lo más laminar posible, ya que la inyección de aire puede provocar la inutilización del pozo.

Concretamente, cada pozo incorpora a la línea de alimentación un caudalímetro para medir el caudal de inyección, una electroválvula reguladora de caudal y una ventosa bifuncional para la extracción de aire en su punto más alto.

El caudal de inyección de cada pozo se establece desde la sala de control de la planta de tratamiento de agua, en base a la transmisividad del acuífero y a los efectos en el mismo que evalúan casi a diario los técnicos de la Agencia Catalana del Agua (ACA) y son orientativas. Desde la sala de control se hace seguimiento de la producción y evolución de los datos recogidos por las sondas de nivel, pudiendo modificar las consignas y el aporte de agua a cada pozo.



Las válvulas motorizadas de cada pozo son las encargadas de regular el caudal de agua, hasta alcanzar el valor del set point establecido (consigna de caudal que el operador indica a través del SCADA). Su regulación viene determinada por la lectura del caudalímetro de inyección.

En la sala de control, instalada en la planta de tratamiento de agua en la EDAR, se visualiza para cada uno de los 14 pozos la consigna de caudal, el caudal de inyección en tiempo real y su totalizado, el nivel del pozo, la temperatura del pozo y la conductividad eléctrica del agua.

Además, se ha instalado una alarma de nivel para detener la inyección y evitar inundaciones, y una alarma de intrusión que detecta el acceso no autorizado a cada pozo.

2) Limpieza (Local):

Al final de la tubería de limpieza (a 70 metros aproximadamente de profundidad), existe una reja que se ensucia derivado al proceso de inyección de agua, ya sea por contacto con el agua inyectada o por el agua del propio acuífero.

De forma periódica, se realizan las limpiezas de los pozos, que consisten en parar momentáneamente la inyección para realizar un contralavado con las bombas sumergibles, limpiando de este modo las rejillas de los pozos con el fin de eliminar los residuos que puedan estar reduciendo su permeabilidad.

Esta operación de limpieza (de unos 30 minutos aproximadamente de duración) se realiza en modo manual y local, ya que requiere de varias comprobaciones de caudal y de nivel in situ y toma de muestras. Concretamente, estas comprobaciones se toman al inicio, a los 5 minutos, a los 15 minutos y a los 30 minutos.

En las diferentes mediciones se controla cómo ha ido el proceso de limpieza, verificando la permeabilidad del pozo y midiendo su transmisividad a la inversa, de tal modo que se puede conocer su capacidad de recuperación y así detectar si la limpieza de la reja es buena o mala. En caso de que la limpieza no sea buena, será necesario realizar una nueva.

Por este motivo, en la línea de limpieza, los pozos disponen de un caudalímetro y una electrobomba multicelular sumergida (controlada por variador de frecuencia). Además, en el interior de la perforación se instala una sonda multiparamétrica que mide valores de temperatura, nivel piezométrico y conductividad eléctrica del agua, gestionando los datos en tiempo real. Estas sondas van protegidas por un tubo de PVC hasta casi la totalidad de la profundidad del pozo, de los que los últimos 3 metros están ranurados para permitir el paso de agua a la sonda.

El caudalímetro de limpieza recogerá el volumen de agua extraído durante cada operación.



Aunque el proceso se opera de forma local y en manual, en SCADA se visualiza la conductividad, el nivel y la temperatura del agua gracias a una sonda multiparamétrica que se encuentra también situada a 70 metros de profundidad.

Por último, indicar que cada pozo de inyección, dispone de los siguientes elementos principales:

- Sonda multiparamétrica.
- Válvula automática.
- Variador.
- Bomba limpieza pozo.
- Caudalímetro inyección.
- Caudalímetro limpieza [Excepto en Pozo 2 y pozo 3, que no existe].
- Bomba agotamiento.
- Extractor [Sólo en Pozo 2 y Pozo 3].

3.2. COMUNICACIONES

En el presente apartado, se indican las arquitecturas y topologías de comunicaciones actuales que permiten la comunicación con los pozos de inyección, de Fase 1 y Fase 2, con la EDAR Baix Llobregat.

3.2.1. COMUNICACIONES POZOS FASE 1

Los pozos 1, 2 y 3 comunican con la ERA a través de **Fibra Óptica**.

Concretamente, en **cada pozo de la Fase 1** hay un **Convertidor de fibra a Profibus DP** que conecta por un lado con el patch panel de F.O. y con el controlador Siemens del propio pozo. Por otra parte, en **Pozo 1** hay una tarjeta SIMATIC NET que comunica mediante un **Convertidor de cobre a F.O. con el PLC de ósmosis**, a través de otra caja patch panel, ubicada en el armario del Pozo 1 (enlace F.O. Gasómetro).

Por tanto, y revisando el software NetPro de Siemens, se puede interpretar que el controlador de Pozo 1 comunica con el Pozo 2 y Pozo 3 por Profibus DP (utilizando los conversores de F.O. en Profibus DP) y que el Pozo 1 es quien comunica únicamente con el PLC de Ósmosis por parte de los pozos, Ethernet/IP (PLC que gestiona la comunicación con los pozos, entre otros, y que se se explicará más detalladamente en los próximos apartados).

A nivel de visualización en el Scada, éste comunica únicamente con el PLC de Ósmosis para poder visualizar y gestionar el estado de los **pozos de la Fase 1**.

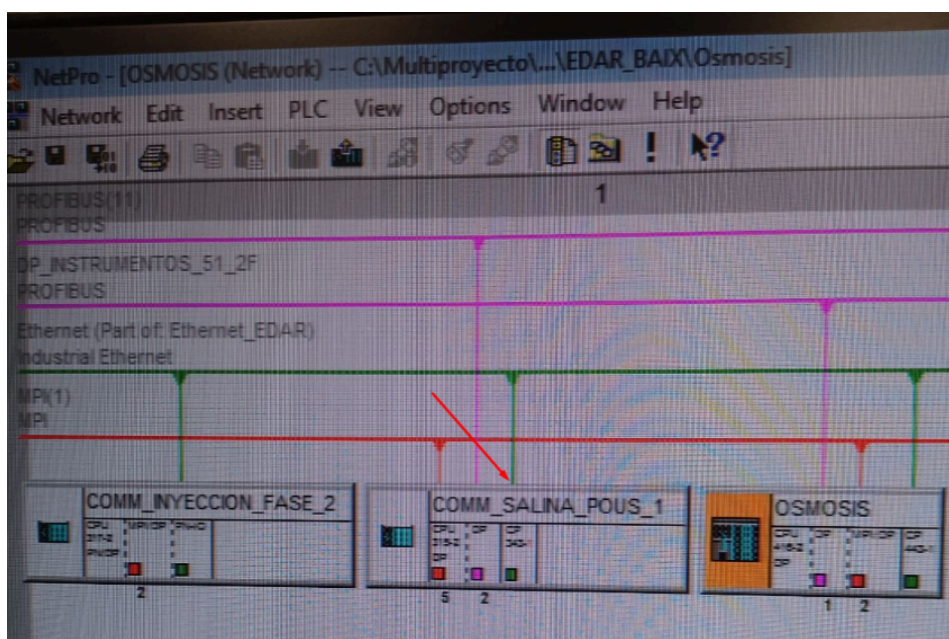


Figura 4. Comunicación del Pozo 1 con el PLC Master Arema (también llamado COMM_INYECCON_FASE_2).

Por último, la tirada de Fibra Óptica existente, conectada a través de cajas patch panels de 4 pares de F.O. en los diferentes armarios de cada ubicación, va del Gasómetro (Cogeneración) al Pozo 1, del Pozo 1 al Pozo 2 y del Pozo 2 al Pozo 3. Además, es relevante indicar que en la actualidad no existen esquemas de la Fibra Óptica de Pozos.

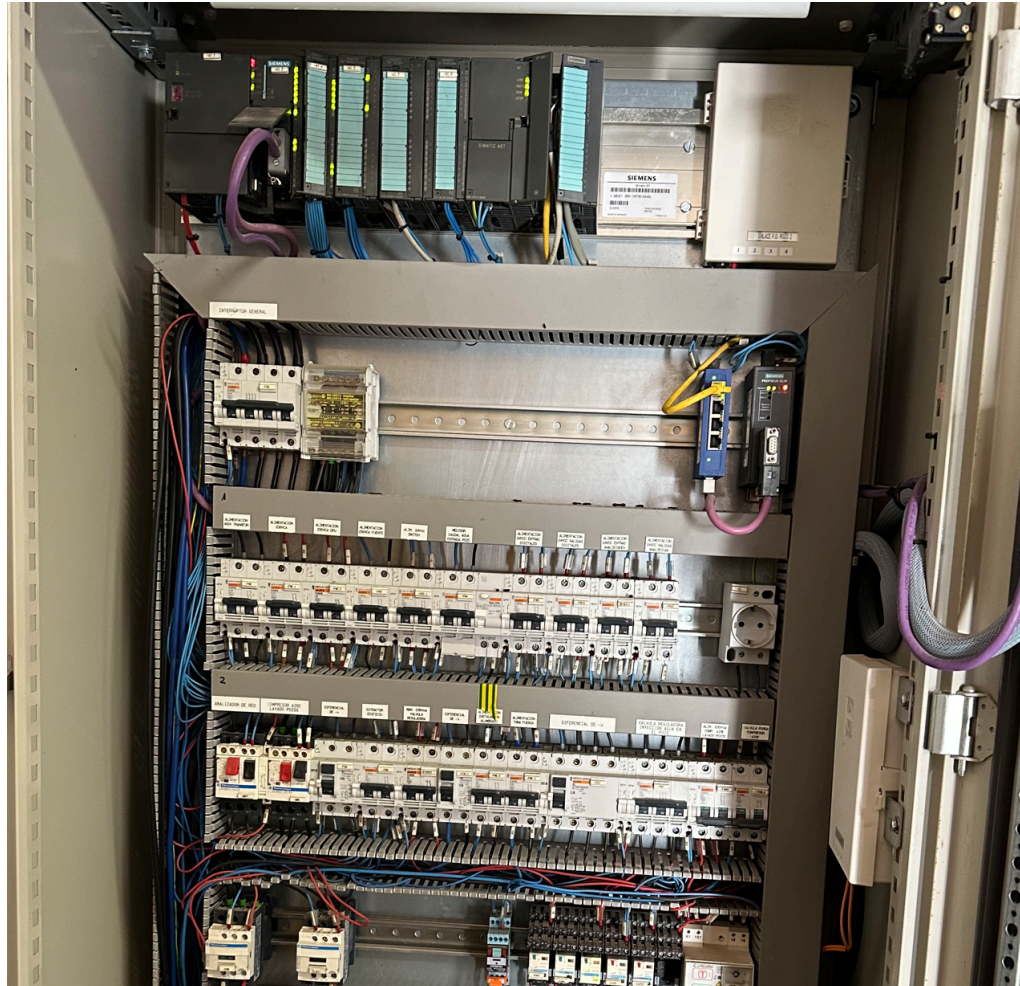


Figura 5. Caja de enlace Patch Panel F.O. Pozo 2, ubicado en el cuadro de control del pozo 1, con convertidor F.O a Profibus DP y F.O. en el gasómetro.



Figura 6. Caja Patch Panel de enlace F.O. Gasómetro (ampliado), ubicado en el Cuadro de control del pozo 1



Figura 7. Caja Patch Panel de enlace F.O. Pozo 2 (ampliado), ubicado en el Cuadro de control del pozo 1.



Figura 8. Cajas Patch Panel de enlace F.O. Pozo 1 y Enlace F.O Pozo 3, ubicadas en los Cuadros de control del Pozo 2, con convertor de F.O a Profibus DP.

3.2.2. COMUNICACIONES POU S FASE 2

Actualmente, hay una **VPN montada entre la ERA y cada pozo** (excepto los pozos 1, 2 y 3), a través del módulo de Siemens **SCALANCE S612**. Este SCALANCE está, a su vez, conectado al **router DSL** (encargado de dar servicio de Internet) y al **PLC Master Arema** (SIEMENS CPU 317-2 PN/DP & TIM3V-IE). Este módulo SCALANCE ejerce como firewall VPN con dos puertos físicos, uno con rango IP de la tarjeta TIM3V del PLC Master Arema y otro con un rango IP del router.

Desde el lado de los pozos, la comunicación es posible gracias a los módulos **MD 741-1** que están conectados a la tarjeta **TIM3V-IE** (tarjeta especial de comunicaciones que permite intercambiar información de bloques de programación entre PLCs Siemens) de los controladores de cada pozo (SIEMENS CPU 313C). Adicionalmente, en los pozos hay antenas situadas fuera del armario de control, pero están dentro de la caseta o dentro del espacio subterráneo, por lo que no existe muy buena cobertura en la instalación.

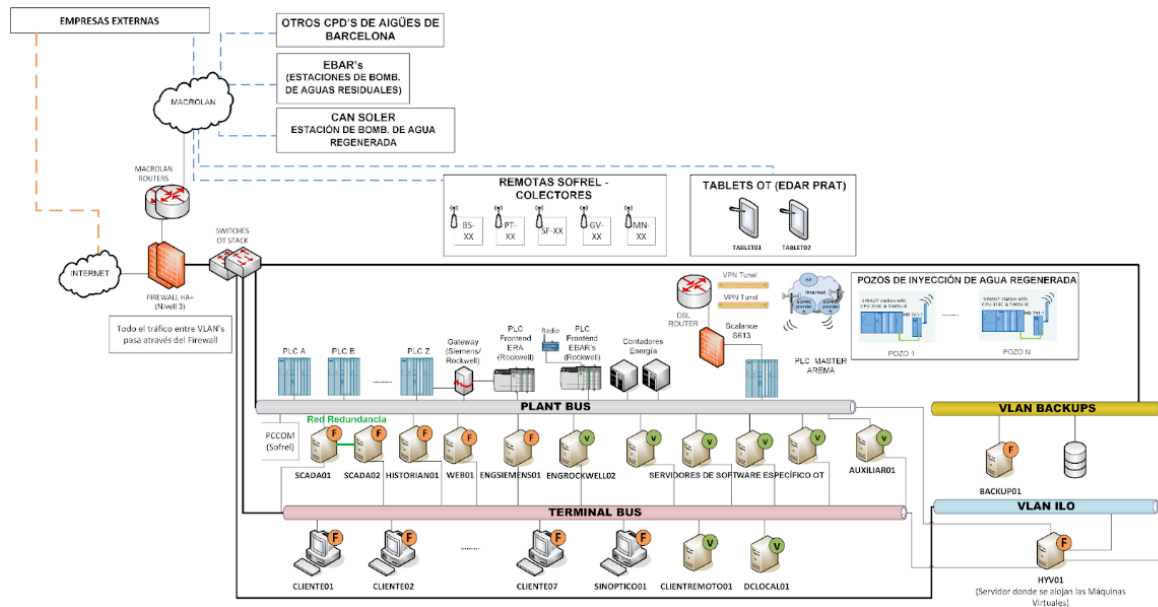


Figura 9. Esquema simplificado de arquitectura lógica de la EDAR Baix Llobregat

3.2.2.1. LADO EDAR PRAT

Concretamente, el PLC Master Arema está situado en uno de los armarios del CCM de Ósmosis de la EDAR Baix Llobregat (perteneciente a la ERA). Este PLC, con **CPU 317-2 PN/DP con tarjeta TIM3V-IE**, es el encargado de gestionar las comunicaciones con los pozos de inyección, así como controlar las bombas de permeado y Ósmosis, además de comunicarse con el SCADA.

El PLC Master Arema controla el bombeo de los pozos de inyección, el permeado, la ultrafiltración de fase 2 y el ultravioleta de la ósmosis, entre otros. Será tarea del adjudicatario mirar en el programa del PLC Master Arema para poder migrar e independizar todo lo referente a los Pozos de inyección y programarlo en el Controllogix de Osmosis. Debido a que el programa no dispone de comentarios, se estima que el estudio del programa es de dos semanas de trabajo.



Figura 10. Cuadro de control del CCM de Osmosis



Figura 11. Master Arema - CPU 317-2 PN/DP y TIM3V-IE

Por otra parte, la tarjeta TIM3V-IE del PLC Master Arema está conectada a un Scalance S612 (612-0ba00-2aa3) que actúa de Firewall, tal y como se ha indicado anteriormente.

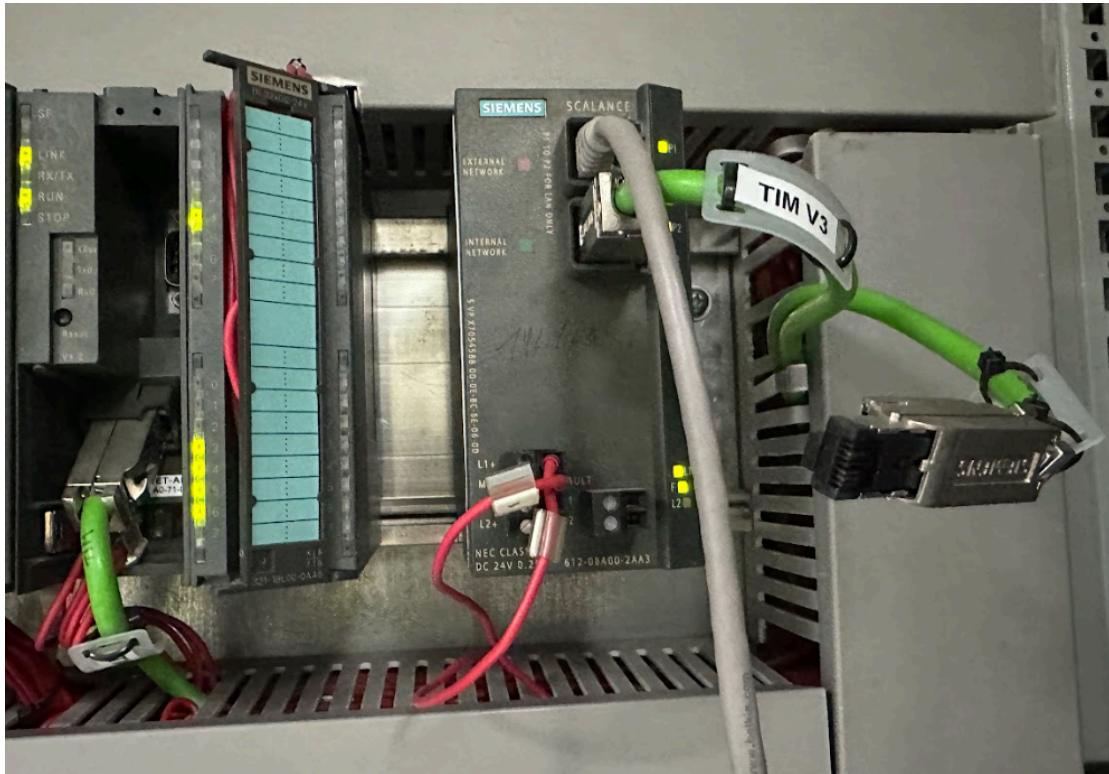


Figura 12. Escala S612

Este Firewall también conecta, a su vez, con un Router ISR 1100 Series de la marca Cisco.



Figura 13. Serie Cisco ISR 1100



Sin embargo, también hay otros equipos de comunicación en el mismo armario como un **receptor de antena**, amplificador o similar, un **Modelo Zyxell NBG334W** y un **Modelo SRX210 de Juniper Networks**. Estos equipos tienen uso desconocido y no se puede descartar que intervengan de una forma u otra con las comunicaciones con los pozos.

Per altre banda, indicar que el PLC Master Arema comunica por **Ethernet** con el **PLC de Osmosis (S7-400)** y por **Profibus** con algunas periféricas (**Slave Astramatic (S7-300)** i **Slave G.E. (S7-300)**). Se desconoce con exactitud si los datos de pozos se envían a otros PLCs o periféricas.

A continuación, se muestra una tabla de equipos y referencias del CCM de Ósmosis referentes al controlador Master Arema:

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	Escala S612

Tabla 2. Referencias Siemens Master Arema



3.2.2.2. LADO POZOS DE INYECCIÓN

Tal y como se ha indicado anteriormente, los Pozos de Fase 2 comunican con el PLC Master Arema gracias a los **módulos MD 741-1 conectados a la tarjeta TIM3V-IE** de los controladores de **CPU SIEMENS 313C** de cada pozo (en los próximos apartados se profundizará más sobre estos equipos de control). A su vez, estos módulos tienen una pequeña **antena** ubicada fuera del armario.



Figura 14. Antena del MD-741 ubicada fuera del armario de Control

Sin embargo, cuando los pozos están cerrados (ya sea a nivel de compuertas de chapa en el caso de los pozos subterráneos o a nivel de puertas metálicas de la caseta) se produce el **“efecto de jaula de Faraday** y las comunicaciones no son muy buenas.

Seguidamente se muestra una **Prueba de cobertura Pou 11**, tanto con las compuertas de chapa cerradas como abiertas:



Figura 15. Prueba de cobertura en Pozo 11 (compuerta de chapa cerrada)

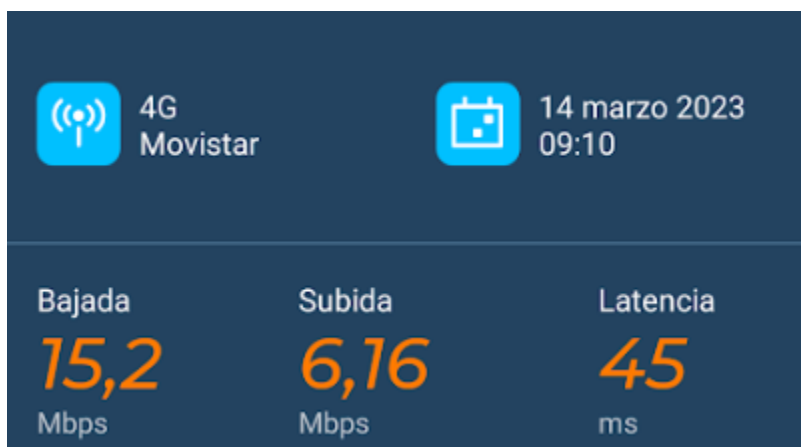


Figura 16. Prueba de cobertura en Pou 11 (exterior del pou)

3.3. CONTROL

En el presente apartado, se indican:

- Las diferentes tipologías de pozos de inyección existentes, así como los equipos de control que hay en cada tipo de pozo.
- Las señales de equipos mínimas de los pozos de inyección.

3.3.1. EQUIPOS DE CONTROL DE LOS POZOS

En el presente apartado, se exponen los distintos tipos de pozos, así como las referencias de equipos de control existentes más relevantes.

3.3.1.1. POU INTERIOR EDAR

El único pozo interior, situado en una caseta dentro del recinto de la EDAR Baix Llobregat, es el pozo de inyección 1.

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



Figura 17. Pozo 1 - Instalación (1)



Figura 18. Pozo 1 - Instalación (2)



Figura 19. Pou 1 - Cuadrante variador SD-500

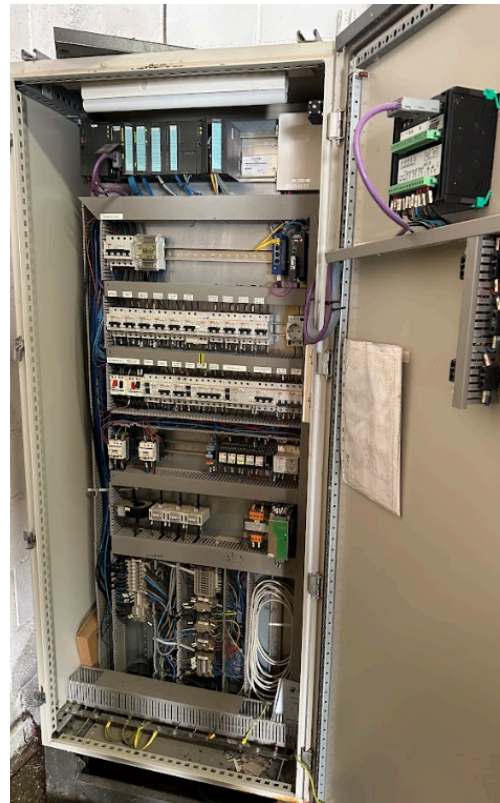


Figura 20. Pou 1 - Cuadrado de control



Figura 21. Pou 1 - CPU 315-2 DP

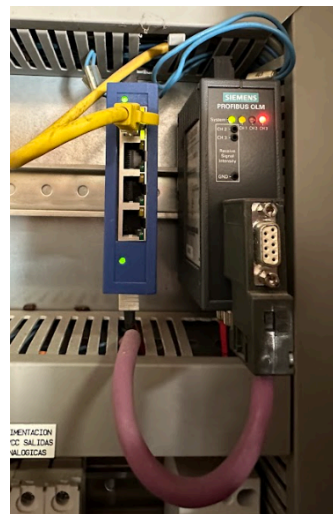


Figura 22. Pou 1 - Convertor F.O./Ethernet IP y
Convertor F.O./Profibus DP

Seguidamente, se muestra una tabla de equipos y referencias del Pozo 1:

REFERENCIA	EQUIPO
315-2AH14-0AB0	CPU SIMATIC S7-300 315-2 DP
321-1BL00-0AA0	SM321 DI32XDC24V
322-1BH01-0AA0	SM322 DO16XDC24V/0.5A
332-5HB01-0AB0	SM322 AO2X12BIT
321-1BL00-0AA0	SM321 DI32XDC24V
343-1EX11-0XE0	SIMATIC NET CP 343-1
334-0CE01-0AA0	AI4/AO2X8BIT

Tabla 3. Referencias Siemens Pozo 1

3.3.1.2. POZOS EXTERIORES EDAR - ESPACIO CONFINADO

Los pozos 2 y 3, situados en las afueras de la EDAR Baix Llobregat, son subterráneos con losa de hormigón encima y, además, están catalogados como **EECC (espacios confinados)**.

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control del Pozo 2, que son representativas para esta tipología de pozos:



Figura 23. Pozo 2 - Instalación



Figura 24. Pozo 2 - Cuadro de Control (I) con CPU 315-2 DP

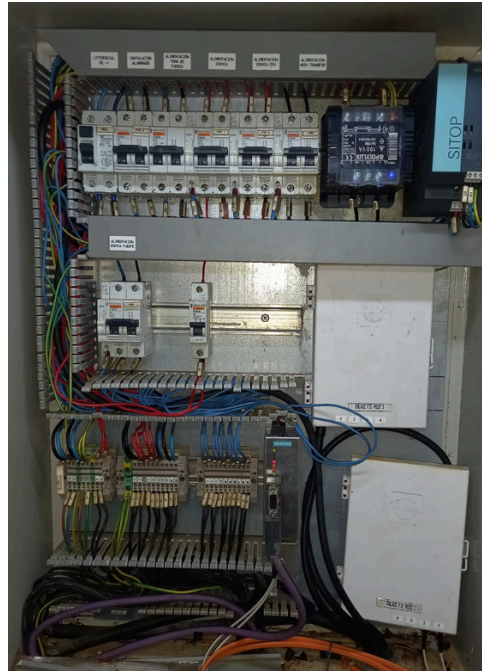


Figura 25. Pozo 2 - Cuadro de Control (II) con Enlaces de F.O.

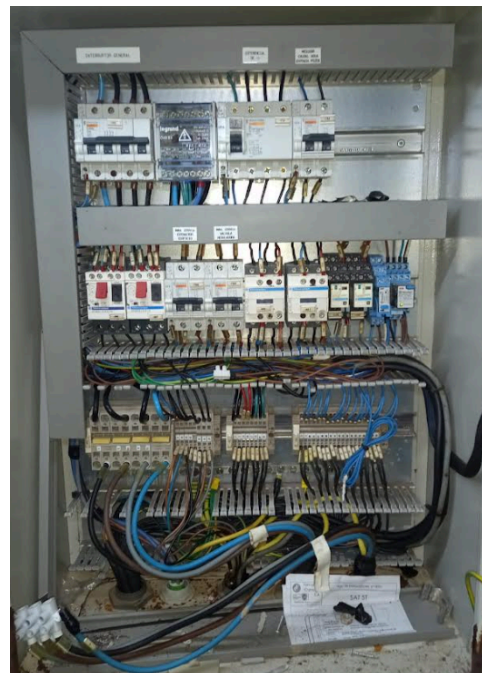


Figura 26. Pou 2 - Cuadro de Control (III)



Figura 27. Pou 2 - Cuadro Variador SD-500

A continuación, se muestra una tabla de equipos y referencias del Pozo 2 (replicables para el Pozo 3):

REFERENCIA	EQUIPO
315-2AG10-0AB0	CPU SIMATIC S7-300 315-2 DP
321-1BL00-0AA0	SM321 DI32XDC24V
322-1BH01-0AA0	SM322 DO16XDC24V/0.5A
331-7KB02-0AB0	SM331 AI2X12BIT
332-5HB01-0AB0	SM332 AO2X12BIT
321-1BL00-0AA0	SM321 DI32XDC24V

Tabla 4. Referencias Siemens Pozos 2 y 3

3.3.1.3. POZOS EXTERIORES EDAR - SUBTERRÁNEO

Los pozos 5, 6, 7, 10 y 11, situados en las afueras de la EDAR Baix Llobregat, son subterráneos con dos compuertas de chapa encima que se abren mediante compuertas hidráulicas.

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control del Pozo 11, que son representativas para esta tipología de pozos:



Figura 28. Pozo 11 - Instalación

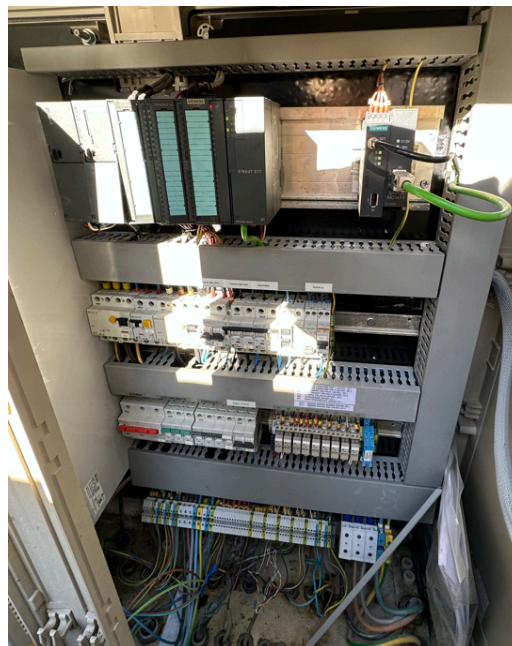


Figura 29. Pozo 11 - Cuadro de control



Figura 30. Pozo 11 - CPU 313C y TIM3V-IE



Figura 31. Pozo 11 - MD 741-1



Figura 32. Pozo 11 - Variador SD500

Seguidamente, se muestra una tabla de equipos y referencias del Pozo 11 (replicables para los pozos 5, 6 i 10):

REFERENCIA	EQUIPO
3134-5BF03-0AB0	CPU SIMATIC S7-300 313C 24DI/16DO, 4AI, 2AO
331-7KB02-0AB0	SM331 AI2X12BIT
6NH7800-3BA00	TIM3V-1E (SIMATIC ST7)
741-1AA000	Módulo SINAUT MD741-1

Tabla 5. Referencias Siemens Pozos exteriores EDAR - Subterráneos

3.3.1.4. BOLSA EXTERIOR EDAR - CASSETTE

Los pozos 8, 9, 12, 13, 14 y 15, situados en las afueras de la EDAR Baix Llobregat, están en casetas y, además, es relevante tener presente que el pozo 9 está fuera de servicio y no se prevé renovar en esta iniciativa, el pozo 14 está situado muy cerca del Aeropuerto de El Prat y el pozo 15 está situado en el mirador del Aeropuerto.

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación y los equipos de control del Pozo 15, que son representativas para esta tipología de pozos:



Figura 33. Pozo 15 - Cuadro de control (exterior)



Figura 34. Pozo 15 - Cuadro de control (interior)

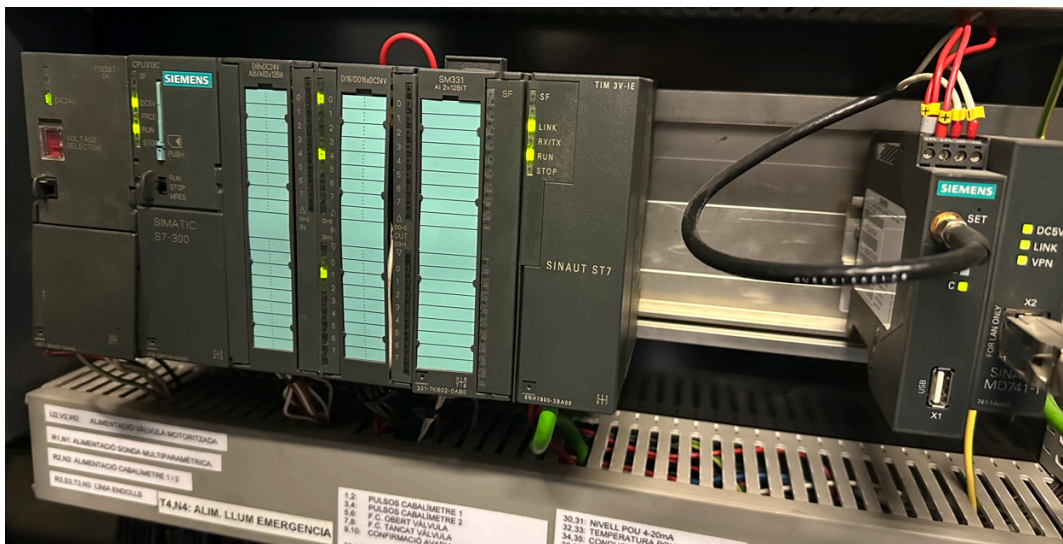


Figura 35. Pozo 15 - CPU 313C y TIM3V-1E en MD 741-1

A continuación, se muestra una tabla de equipos y referencias del Pozo 15 (replicables para los pozos exteriores a la EDAR, en casetas):

REFERENCIA	EQUIPO
3134-5BF03-0AB0	CPU SIMATIC S7-300 313C
331-7KB02-0AB0	SM331 AI2X12BIT
6NH7800-3BA00	TIM3V-1E (SIMATIC ST7)
741-1AA000	Módulo SINAUT MD741-1

Tabla 6. Referencias Siemens Pozos exteriores EDAR - Caseta



3.3.2. SEÑALES DE EQUIPOS DE LOS POZOS

3.3.2.1. SEÑALES DE EQUIPOS DE LOS POZOS FASE 1

En la siguiente tabla se detalla el listado de señales extraídas de los esquemas eléctricos de los pozos de la fase 1. Debido a que son instalaciones donde hay más espacio, los equipos tienen más señales y son más completos que los de la fase 2.

TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN SEÑAL
Entradas digitales	Anomalía alimentaciones maniobra 230Vca
	Anomalía alimentación F.A.24Vdc
	Anomalía alimentación PC's
	Anomalía medidor de caudal de agua de entrada Pozo
	Defecto maniobra Switch
	Defecto eléctrico extractor edificio
	Conf. marcha extractor edificio
	Defecto válvula reguladora inyección agua en el pozo
	Interruptor general
	Conf. marcha válvula reguladora inyección agua en el pozo
	Común entradas digitales
	Común salidas digitales
	Común entradas analógicas
	Común salidas digitales
	Anomalía alimentación 230Vac CPU
	Selector fuera de servicio extractor edificio
	Local/remoto extractor edificio
	Pulsador marcha extractor edificio
	Pulsador paro extractor edificio
	Defecte Maniobra extractor edifici
Alimentación Transformador	
Defecto maniobra válv. reguladora inyección de agua en el pozo	



	Seguridad de entrada Pozo
	Anomalía del compresor de aire de limpieza pozos
Salidas digitales	Orden marcha extractor edificio
	Orden marcha válvula reguladora inyección de agua en el pozo
	Marcha extractor edificio
	Anomalía extractor edifici
	Sirena Antintrusión
	Marxa compresor de aire de limpieza pozos
Entradas analógicas	Medidor de caudal de agua de entrada a los pozos
	Medidor de nivel del pozo
Salidas analógicas	Válvula reguladora inyección de agua en el pozo

Tabla 7. Señales Físicas Pozos Actuales



3.3.2.2. SEÑALES DE EQUIPOS DEL POUS FASE 2

En la siguiente tabla se detalla el listado de señalización mínima que tiene cada uno de los pozos en la actualidad, teniendo en cuenta los cuadros eléctricos y la información que se visualiza y/o opera desde el SCADA.

TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN SEÑAL
Entradas digitales	Selector automático válvula
	Pulsador lavado
	Pulsos Caudal 1
	Pulsos Caudal 2
	F.C. Abierto
	F.C. Cerrado
	Avería de válvula
	Detector Intrusismo
	Boya Inundación
Salidas digitales	Orden marcha bomba
	Orden disparo IGA
Entradas analógicas	Nivel Pozo (4..20mA)
	Temperatura para (4..20mA)
	Conductividad Pozo (4..20mA)
	Caudal Inyección (4..20mA)
	Caudal Extracción (4..20mA)
	Feedback Válvula (4..20mA)
Salidas analógicas	Consigna válvula (4..20mA)

Tabla 8. Señales Físicas Pozos Actuales

3.4. HMI

En la puerta del Cuadro de Control del CCM de Ósmosis, donde se encuentra el controlador Master Arema, hay un HMI, modelo **SIMATIC MP 377** de 15 pulgadas de la marca Siemens.

Sin embargo, en la actualidad este HMI está **dañado** de ahí que no se puedan mostrar las pantallas en detalle. Anteriormente, desde este HMI se podía visualizar y operar tanto los pozos de la Fase 1 como de la Fase 2, así como los procesos de Ósmosis y Ultrafiltración (B. Rechazo, B. Permeat UF, Ultravioleta, B. Inyección, etc).

Ahora está desconectado, pero es posible que este HMI esté anteriormente **conectado mediante Profibus o Profinet al PLC Master Arema y/o al PLC de Ósmosis**, para poder disponer de la información de los pozos.

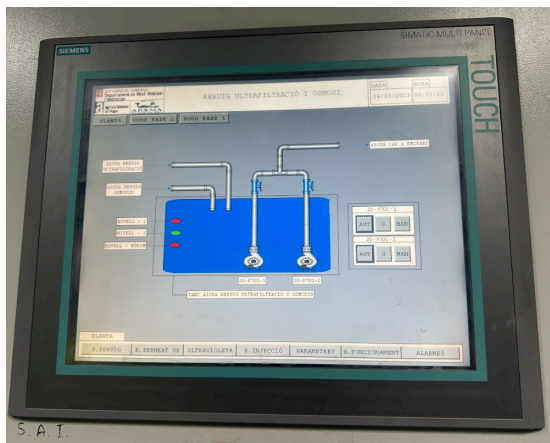


Figura 36. SIMATIC Multi Panel Touch - parte frontal



Figura 37. SIMATIC Multi Panel Touch - parte trasera

A continuación, se muestra la referencia asociada al HMI:

REFERENCIA	EQUIPO
6AV6644-0AB01-2AX0	SIMATIC MP 377 de 15" táctil MultiPanel, Windows CE 5.0 Pantalla TFT de 15" en color. Memoria de configuración de 12 MB configurable a partir de WinCC flexible 2007.

Tabla 9. Referencia Panel HMI Master Arema

3.5. SCADA

El SCADA de la EDAR Baix Llobregat desde donde se visualizan y operan los pozos de inyección, 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 redundantes de WinCC, clientes 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 a los pozos de inyección se muestran a continuación:



Figura 38. Pantalla "Mapa Vista General Pozos" (SCADA)

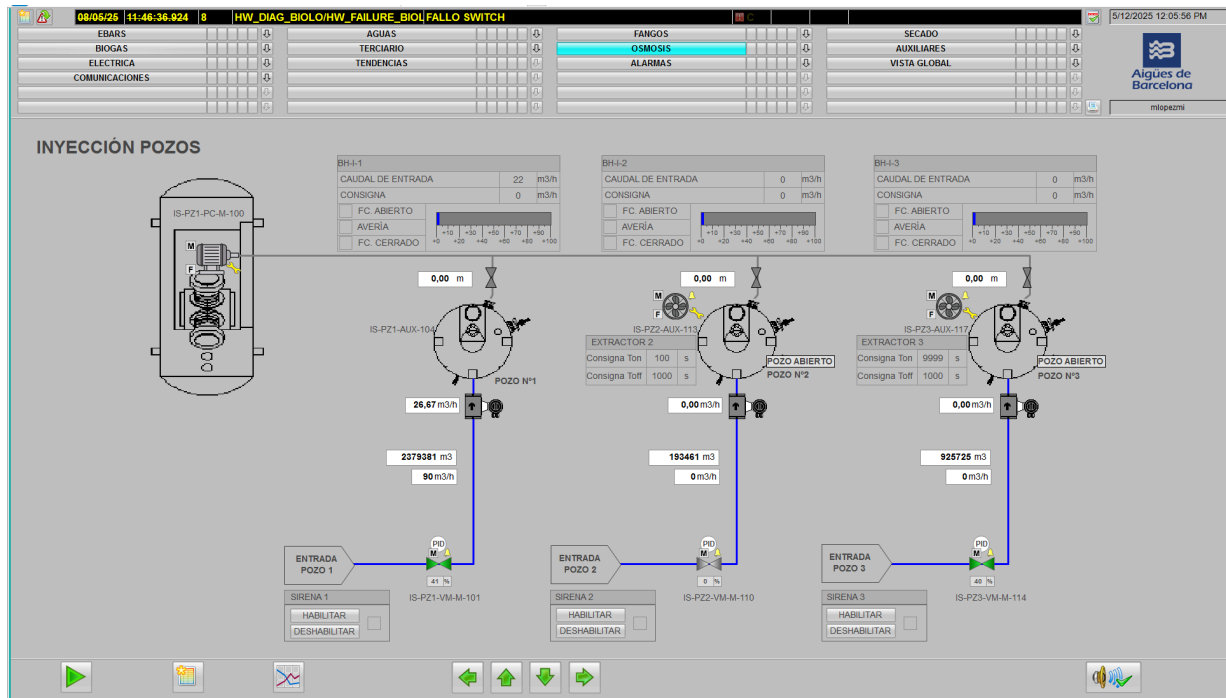


Figura 39. Pantalla "Inyección Pozos", referente a los pozos de Fase 1 (SCADA)

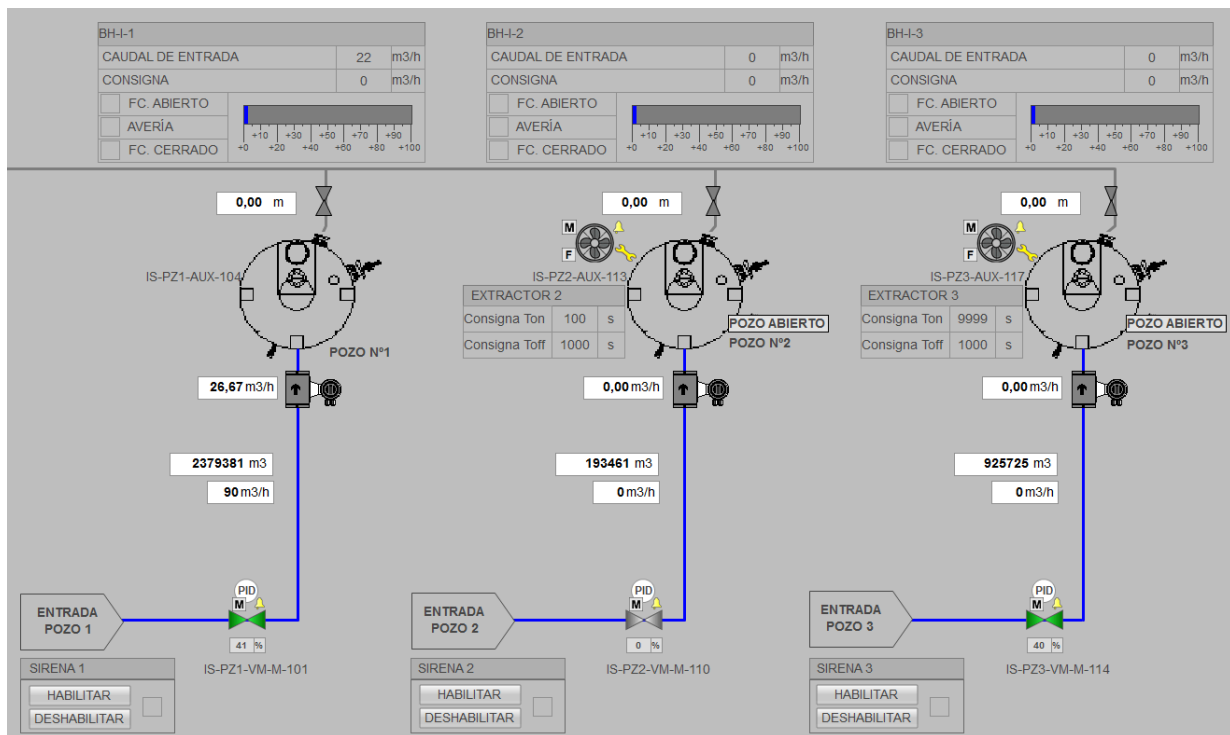


Figura 40. Detalle de la pantalla "Inyección Pozos", referente a los Pozos de Fase 1 (SCADA)

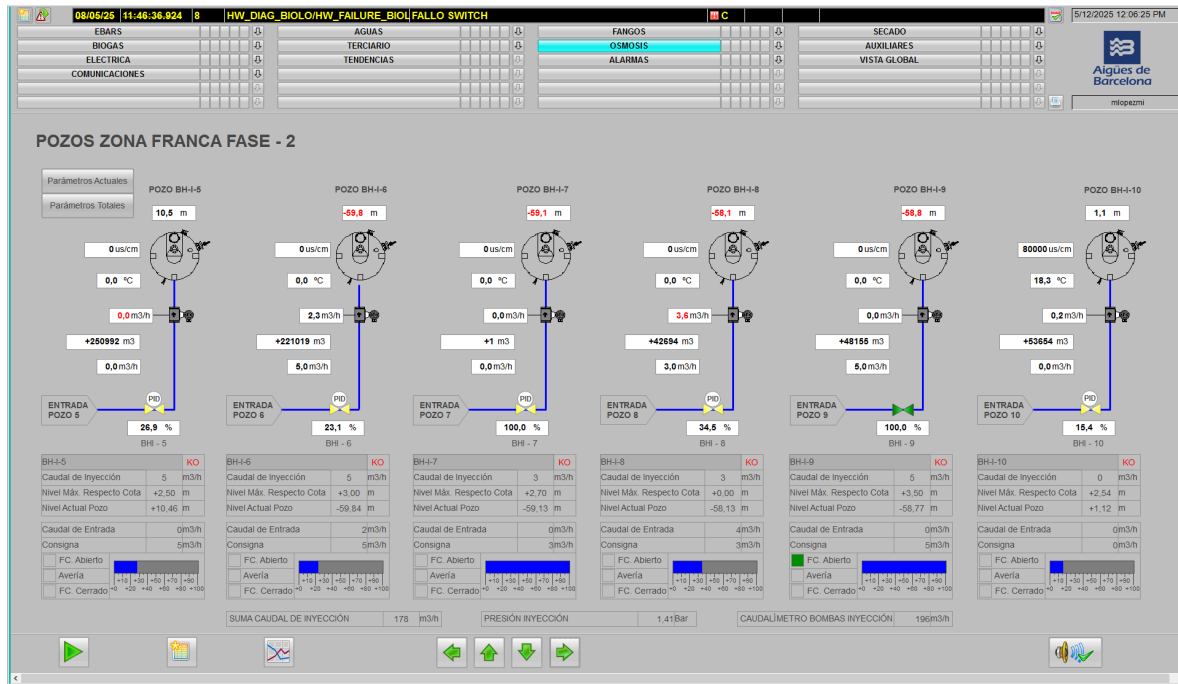


Figura 41. Pantalla "Pozos Zona Franca Fase - 2", referente a los pozos de Fase 2 de ZF (SCADA)

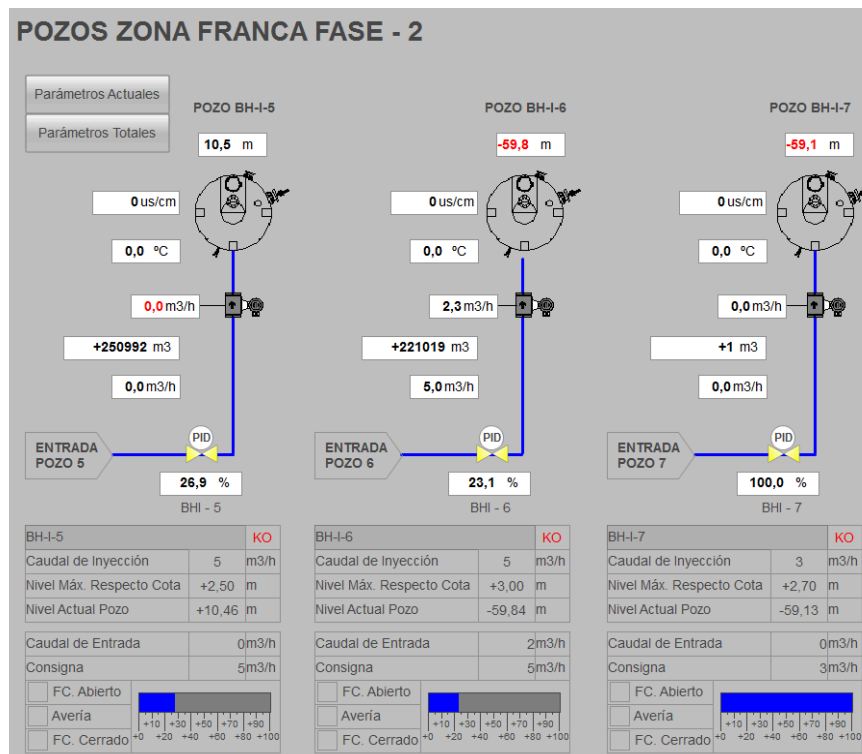


Figura 42. Detalle de la pantalla "Pozos Zona Franca Fase - 2", referente a los Pozos de Fase 2 de ZF (SCADA)

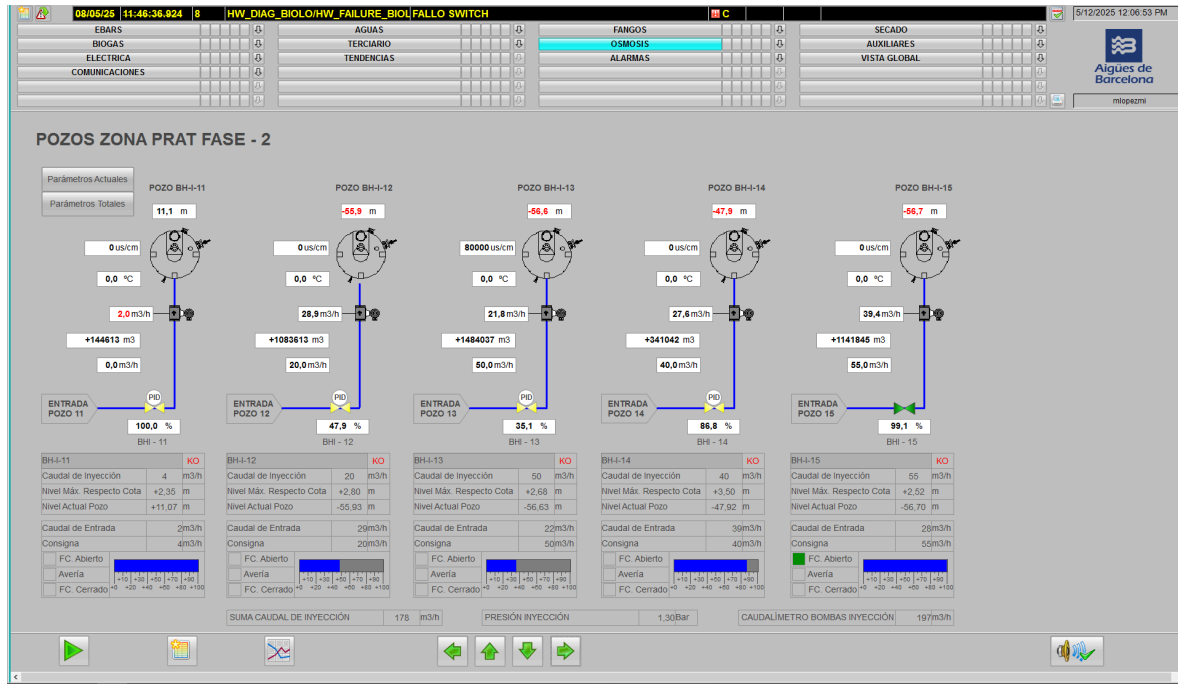


Figura 43. Pantalla "Pozos Zona Prat Fase - 2", referente a los Pozos de Fase 2 de ZP (SCADA)



Figura 44. Pop up "Valores Actuales Pozos", accesible des de les pantalles de "Pozos Zona Franca - Fase 2" i "Pozos Zona Prat - Fase 2" (SCADA)

VALORES ACTUALES POZOS		
BH-I-5 KO		
NIVEL RESPECTO A COTA CERO	+10,46	m
TEMPERATURA ACTUAL POZO	+0,00	°C
CONDUTIVIDAD ACTUAL POZO	0	us/Cm
CAUDAL ENTRADA ACTUAL POZO	0	m3/h
ALARMA INTRUSIÓN	<input type="checkbox"/>	
ALARMA BOYA INUNDACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	
BH-I-6 KO		
NIVEL RESPECTO A COTA CERO	-59,84	m
TEMPERATURA ACTUAL POZO	+0,00	°C
CONDUTIVIDAD ACTUAL POZO	0	us/Cm
CAUDAL ENTRADA ACTUAL POZO	2	m3/h
ALARMA INTRUSIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	
ALARMA BOYA INUNDACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	
BH-I-7 KO		
NIVEL RESPECTO A COTA CERO	-59,13	m
TEMPERATURA ACTUAL POZO	+0,00	°C
CONDUTIVIDAD ACTUAL POZO	0	us/Cm
CAUDAL ENTRADA ACTUAL POZO	0	m3/h
ALARMA INTRUSIÓN	<input type="checkbox"/>	
ALARMA BOYA INUNDACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	
BH-I-8 KO		
NIVEL RESPECTO A COTA CERO	-58,13	m
TEMPERATURA ACTUAL POZO	+0,00	°C
CONDUTIVIDAD ACTUAL POZO	0	us/Cm
CAUDAL ENTRADA ACTUAL POZO	4	m3/h
ALARMA INTRUSIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	
BH-I-9 KO		
NIVEL RESPECTO A COTA CERO	-58,77	m
TEMPERATURA ACTUAL POZO	+0,00	°C
CONDUTIVIDAD ACTUAL POZO	0	us/Cm
CAUDAL ENTRADA ACTUAL POZO	0	m3/h
ALARMA INTRUSIÓN	<input type="checkbox"/>	
BH-I-10 KO		
NIVEL RESPECTO A COTA CERO	+1,12	m
TEMPERATURA ACTUAL POZO	+18,34	°C
CONDUTIVIDAD ACTUAL POZO	80000	us/Cm
CAUDAL ENTRADA ACTUAL POZO	0	m3/h
ALARMA INTRUSIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	
ALARMA BOYA INUNDACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 45. Pop up "Totalizadores Pozos", accesible desde de las pantallas de "Pozos Zona Franca - Fase 2" i "Pozos Zona Prat - Fase 2" (SCADA)

3.5.1. ERRORES SCADA REALES

En las pantallas de SCADA de los pozos de inyección actual existen varios errores y elementos que ya no aplican por estar fuera de servicio.

- El Pozo 11 está en la pantalla Zona Prat - fase 2, pero realmente debería estar en Zona Franca - Fase 2. Lo ubicaron en Zona Prat dado que no había suficiente espacio en la pantalla.
- En la pantalla "inyección Pozos", correspondiente a los pozos de la Fase 1, existe un compresor que está fuera de servicio y que se puede eliminar.
- En la pantalla del mapa, los pozos de Zona Prat están numerados del 12 al 15 (de izquierda a derecha), pero sería a la inversa.
- En la pantalla del mapa faltan los pozos 1, 2 y 3 correspondientes a la Fase 1.



4. DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE EJECUCIÓN LOTE 1

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, descritas en el apartado [ESPECIFICACIONES FUNCIONALES](#) del capítulo [SITUACIÓN ACTUAL](#), serán las que sirvan 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 están desarrollando unas nuevas especificaciones funcionales. Estas últimas serán las que tendrán que utilizar en caso de que estén finalizadas al empezar el proyecto descrito en el presente documento.

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, tanto para los pozos de Fase 1 como para los pozos de Fase 2.

4.2.1. COMUNICACIONES POU S FASE 1

Dado que los PLCs de los pozos de inyección de Fase 1 (Pozo 1, 2 y 3) comunican actualmente a través de F.O. con el PLC de ósmosis (teniendo en cuenta que para realizar las conexiones de F.O con los controladores de los pozos se utilizan conversores de F.O a Profibus DP) se procederá a aprovechar parte de la infraestructura de comunicaciones.

Concretamente se propone conectar los patch cord de F.O., procedentes de las cajas patch panel ubicadas en los Pozos de Fase 1, en los puertos Gigabit Ethernet de los nuevos Switchos 5200 (que se instalan en cada pozo) a través de SFP compatibles con el tipo de fibra instalada.

Actualmente, el Pozo 1 comunica mediante fibra óptica con un armario de F.O. que se encuentra en los gasómetros de Cogeneración. En este armario, se realiza una conversión de fibra a cobre y se lleva el cable Ethernet hacia el switch Scalance de Siemens del armario de comunicaciones. Este cable deberá moverse del switch Siemens Scalance hacia el switch Stratix 5700 que compone la nueva red de control.



Figura 46. Ubicación enlace fibra Pozo 1 a cuadro de gasómetros y cuadro de comunicaciones de Cogeneración

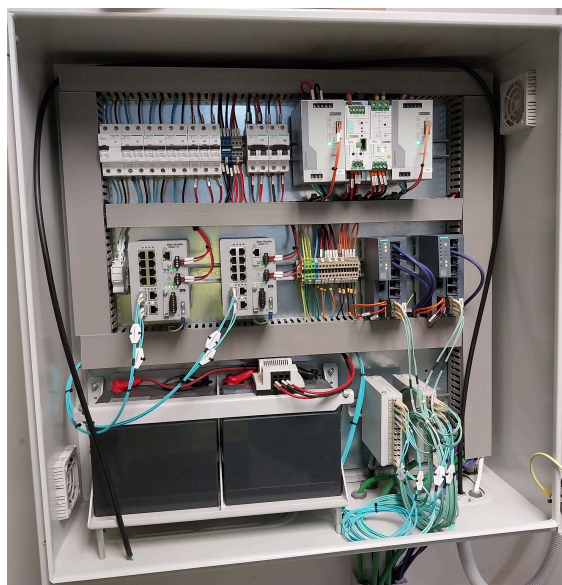


Figura 47. Cuadro de comunicaciones de Cogeneración

La comunicación, se garantizará dado que el nuevo controlador Rockwell estará conectado al Switch Stratix 5200 que, a su vez, estará en comunicación con la red de la EDAR Prat a través de los enlaces de Fibra Óptica existentes.

En este caso, los pozos se comunicarán directamente con el SCADA y, por tanto, tendrán que disponer de un direccionamiento de OT de la red Plant Bus (anillo de control actual de la EDAR).

Por otra parte, es relevante citar que se **quemó la tirada de Fibra Óptica y Alimentación que va desde el Pozo 1 al Pozo 2** y, por tanto, el Pozo 2 está incomunicado. Por tanto, uno

de los trabajos del contratista será la **tirada, instalación y certificación de una tirada de Fibra Óptica y alimentación entre los 2 pozos.**

Por otra parte, **el Pozo 3 también está fuera de servicio** debido a que no llega ni alimentación ni fibra óptica. En caso de que no llegue la RIM, no se renovará el pozo y por tanto no se certificarán las partes proporcionales a estas partidas.

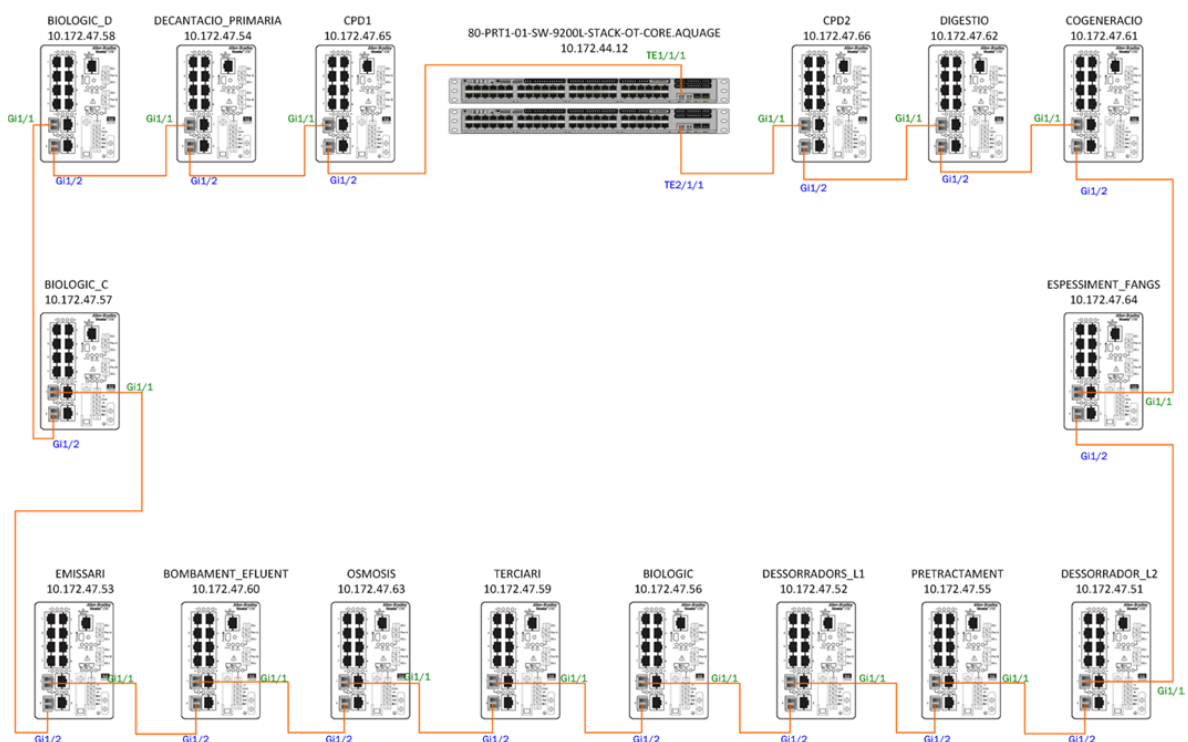


figura 48. Anillo de control de la EDAR

4.2.2. COMUNICACIONES POUIS FASE 2

En la ejecución del presente proyecto, se pretende sustituir las comunicaciones actuales (MD 741-1 conectados a las tarjetas TIM3V-IE de los diferentes pozos) para que sigan el estándar de Aigües de Barcelona y queden, a su vez, securizadas.

Asimismo, también se pretende cambiar el PLC encargado de la gestión de las comunicaciones actuales con los pozos (Master Arema) por un PLC redundante de la marca Rockwell (Front End) ya existente en la EDAR Prat que se encarga actualmente de las comunicaciones con las elevadoras (EBARs). El objetivo es canalizar todas las comunicaciones con la periferia desde un único punto, a fin de no disponer de múltiples controladores con

comunicación “abierta” con equipos periféricos situados fuera de la EDAR. Este PLC de Front End será también el encargado de comunicar con el SCADA.

A continuación se expone un esquema de red simplificado para que se pueda entender el tráfico de comunicaciones entre los **Pozos de Fase 2** y la EDAR Prat, tras los cambios propuestos.

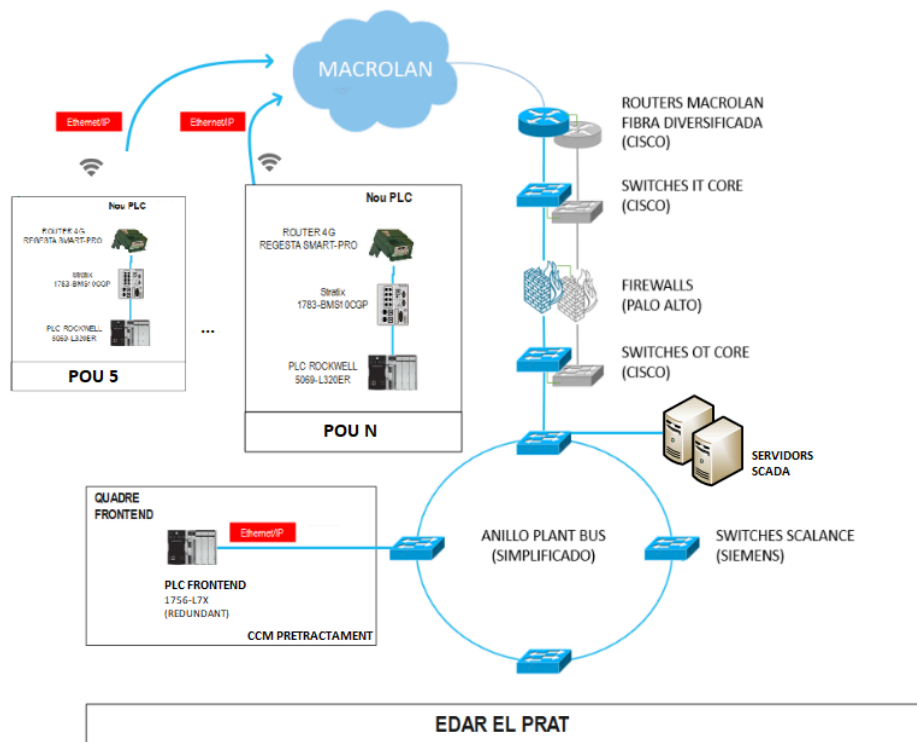


Figura 49. Esquema simplificado de arquitectura lógica de la EDAR Baix Llobregat (enfocado en la comunicación de los Pozos de Inyección - Fase 2) tras el cambio de comunicación.

4.2.2.1. LADO EDAR PRAT
4.2.2.2. FRONT END ROCKWELL

Dentro del alcance del proyecto, junto con el cambio de Hardware de Siemens en Rockwell y la estandarización del programa de los pozos, debe incluirse la programación del PLC de Front End de la marca Rockwell (ya existente en la EDAR) para que pueda gestionar las comunicaciones (mensajerías) con los pozos de inyección.

Este PLC de Frontend, ubicado en el CCM de Pretratamiento de la EDAR Baix Llobregat tiene una CPU 1756-L72 Redundante.

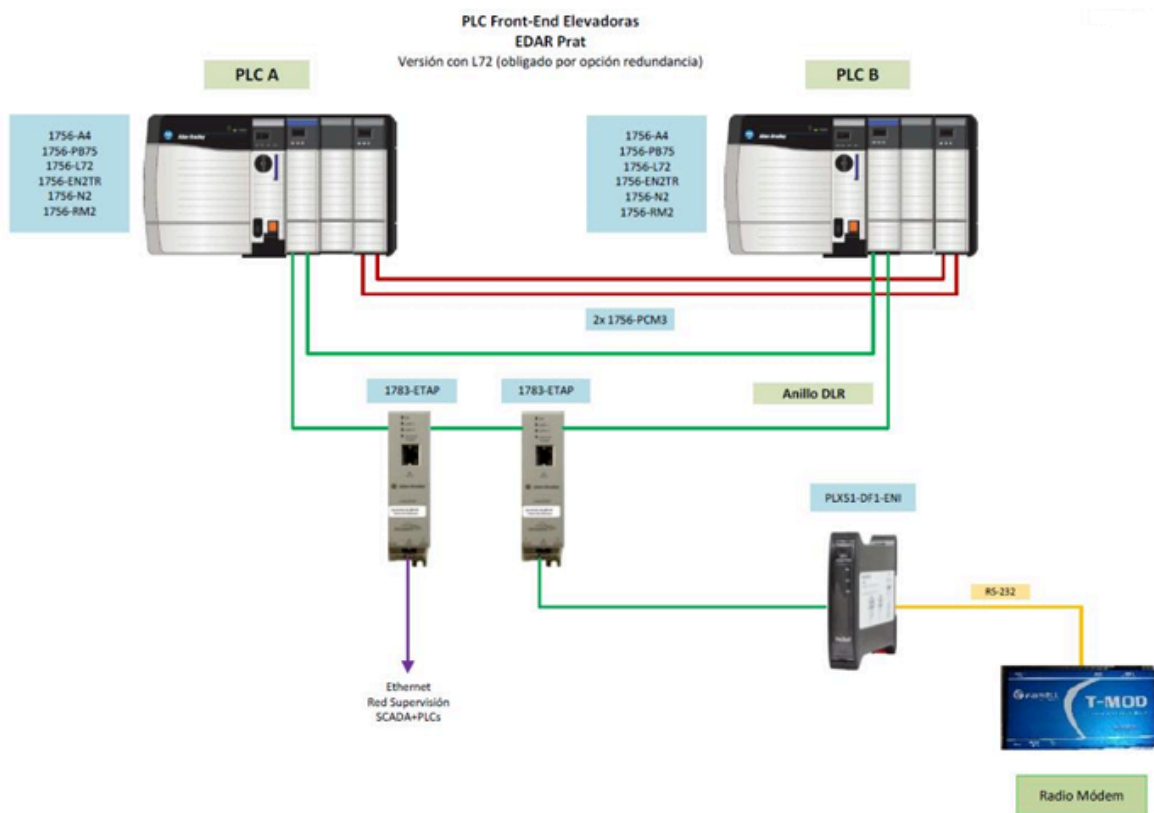


Figura 50. Arquitectura de comunicaciones Front-End PLC redundante

Los pozos 1, 2 y 3 estarán conectados al Stratix de cogeneración y por tanto se leerán directamente desde el SCADA. El resto de pozos que van por 4G se gestionarán desde el PLC de Front End de la EDAR.

Será necesario, por tanto, analizar la información se tendrá que intercambiar entre los diversos PLC de Pozos y PLC de Front End y programar tanto en el PLC de Front End como en los diversos Pozos, una mensajería por protocolo CIP para que se puedan visualizar los datos



necesarios en el Scada así como la posibilidad de poder poner en marcha el Pozo de forma remota.

A continuación se enumeran algunas de las tareas a tener en cuenta en el intercambio de mensajes entre los pozos:

- Toda la mensajería que se programe, es necesario realizarla temporizada y no a tiempo de ciclo. En función de las necesidades, habrá que valorar durante las tareas de análisis y redacción de las especificaciones funcionales, así como en la puesta en marcha, cuáles son los tiempos ideales de ejecución de la mensajería (se deberá detallar en el documento de salida de **Mensajería entre PLC**).
- En la descripción de cada Tag de mensajería, debe quedar claro cuál es el PLC de origen y cuál el PLC de destino (MENSAJERÍA PLC A – PLC B).
- Será necesario crear un diagnóstico del estado de esta mensajería para posteriormente poder visualizarla a través del SCADA (Pantalla/s de estado de comunicaciones entre PLC (mensajería)).
- Será necesario crear un UDT con todos los datos (DINT, REAL, Add-On, etc) que será necesario comunicar entre dos PLC (UDT PLC A – PLC B), dejando siempre elementos de reserva para futuros desarrollos), con el objetivo de agrupar y reducir mensajerías.
- Se creará un programa dedicado a la mensajería donde habrá tantas rutinas de preparación de datos como mensajerías haya en el PLC (RXX_PREP_MSG_PLC). Posteriormente habrá una rutina de la gestión de toda la mensajería (RXX_GESTIO MISSATGERIA).

En caso de que sea necesario comunicar este PLC contra el PLC Master Arema / Ósmosis, en el mismo cuadro en el que está ubicado el PLC de Front End, se instalará una pasarela de comunicaciones de la marca Prosoft (PLX31-EIP-SIE) para poder realizar esta comunicación entre PLC de Rockwell y Siemens. Esta pasarela tendrá una IP del rango de la Plant Bus. (No se debe tener en cuenta en el presupuesto ya que será AB quien la suministre).

4.2.2.3. MASTER AREMA / ÓSMOSIS

Dentro del alcance del proyecto, será necesario revisar el programa del PLC Master Arema para traspasar toda la parte de programa referente a los pozos de inyección hacia el PLC de la Ósmosis.

Esto también implicará en la programación del PLC de Ósmosis realizar intercambios de datos con el PLC de Front End para obtener la info de los diferentes pozos controlados por 4G y poder actuar sobre las bombas de inyección en función de las necesidades.

4.2.2.4. LADO POZOS DE INYECCIÓN

La nueva tipología de comunicaciones, que asume la modificación de arquitectura de control actual de los pozos (Siemens) por una nueva arquitectura Compact Logix de Rockwell (tal y como se expone más detalladamente en los siguientes apartados), contempla:

- Adquisición, instalación y configuración de un **Router 4G Regesta Smart-Pro** (o similar) de Teldat (24 VdC, Carril DIN) para cada pozo (excepto para los pozos 1, 2 y 3 que van por fibra óptica), por parte del CGP/Telefónica, con un direccionamiento IP de la red de OT con una máscara de red /26 para cada uno.



Figura 51. Router Regesta Smart Pro

- Solicitud, por parte del departamento de SCI, e implementación, por parte del departamento de Seguridad Lógica de OT, de **reglas de Firewall** con el fin de permitir la comunicación entre los nuevos controladores Rockwell de los Pozos y el PLC Rockwell de Front End de la EDAR Prat a través del Macrolan d'Aigües de Barcelona.
 - Será necesario tener en cuenta la IP de NAT del PLC Rockwell de Front End de la EDAR Prat.
- Programación en los nuevos PLC de los Pozos CompactLogix de las mensajerías necesarias para enviar los datos al PLC de Frontend de la EDAR Prat.
 - Será necesario tener en cuenta la IP de NAT del PLC Rockwell de Front End de la EDAR Prat.

Adicionalmente, y teniendo en cuenta los comentarios realizados en el apartado [LADO POZOS DE INYECCIÓN](#) del capítulo [COMUNICACIONES FASE 2](#), será necesario adquirir **nuevas antenas monopolares** (con grafito o similares) para instalarlas en el exterior (tanto en el caso de los pozos subterráneos como en el caso de los pozos en caseta).



Aunque las antenas se soliciten a CGP / Telefónica a nivel de material, será responsabilidad del contratista realizar la instalación de las mismas, considerando que en los pozos enterrados se tendrán que instalar fuera de la arqueta y que es posible que haga falta la realización de una pequeña obra para su instalación. Sin embargo, no se prevé necesidad de tener que solicitar permiso al Ayuntamiento o similares al ser un elemento de comunicaciones pasivo.

A continuación se muestran algunas propuestas que indican por dónde podría salir la antena hacia el exterior, tanto para el caso de los pozos subterráneos con chapa metálica como para los pozos con caseta. Sin embargo, el contratista deberá analizarlo en detalle.



*Figura 52. Salida de la antena, pozo
11*



*Figura 53. Salida de la antena, pozo
11*



*Figura 54. Salida de la antena, pozo
15*

Hay que tener en cuenta que la antena ha de disponer de cableado suficiente para poder conducirla hacia el exterior y, al mismo tiempo, éste debe ser suficientemente flexible derivado a que de lo contrario podría romperse con la apertura y cierre de las compuertas metálicas (en el caso de los pozos subterráneos). Debido a que en los pozos subterráneos se ha decidido instalar el armario fuera de la arqueta, habrá que estudiar otros posibles lugares para la instalación de la antena.

	Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>RIM APRAT2503 - Barrera intrusión salina. Mejora de la red de comunicaciones.</i>
			Pág. 51/82

4.3. HARDWARE DE CONTROL

En el presente apartado, se indican:

- Las adaptaciones de los armarios existentes de control previstas (propuestas) y la exposición de la necesidad de adquirir pequeños armarios nuevos (por falta de espacio) para montar los distintos equipos de control.
- La arquitectura de control Rockwell propuesta, incluyendo las características de los distintos equipos que la conforman.
- Los mínimos requeridos a nivel de programación de PLC.
- La aparamenta eléctrica que se considera mínima para poder realizar el montaje de los equipos de control descritos en el presente apartado.
- Información relevante a tener en cuenta respecto al Pozo 14.

4.3.1. ADAPTACIÓN DE LOS ARMARIOS DE CONTROL EXISTENTES

El objetivo de este apartado es identificar las tareas de adaptación que será necesario realizar en los armarios de control existentes y/o posibles soluciones frente a problemas de espacio en los armarios existentes.

A nivel de armarios, se identifican los siguientes tipos:

- Armario Pozo 1.
- Armarios Pozo 2 y 3.
- Armarios pozos exteriores EDAR subterráneos.
- Armarios pozos exteriores EDAR con caseta.

4.3.1.1. CUADRO POZO 1

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

- Desmantelar todo el hardware de control actual (PLC Siemens y módulos asociados).
- Instalar y cablear tanto la nueva fuente de alimentación como todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo software de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, HMS-EN2PB-R...)
- Recablear las señales existentes en la nueva periferia de Point IO.
- Cablear las nuevas señales de los magnetotérmicos de protección. Al haber señales de reserva, se utilizará la primera de las tarjetas de entradas digitales para conectar el estado de los magnetotérmicos.
- Cablear las nuevas señales de medición de la sonda multiparamétrica del pozo.
- Conectar el nuevo anillo DLR local de control.
- Conectar el cableado de fibra óptica al Switch.



Figura 55. Armario de control Pozo 1

4.3.1.2. CUADRO POZO 2 Y 3 (ESPACIO CONFINADO)

Indicar que el Pozo 3 sólo se realizará en función de la RIM que debe reparar la acometida y la fibra óptica que lo une con el Pozo 2. En caso de que no se ejecute esta RIM, no se ejecutará la parte proporcional al Pozo 3.

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

- Desmantelar todo el hardware de control actual (PLC Siemens y módulos asociados).
- Instalar y cablear tanto la nueva fuente de alimentación como todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nuevo software de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix...)
- Recablear las señales existentes en la nueva periferia de Point IO.
- Cablear las nuevas señales de los magnetotérmicos de protección. Al haber señales de reserva, se utilizará la primera de las tarjetas de entradas digitales para conectar el estado de los magnetotérmicos.
- Cableado de las nuevas señales de medición de la sonda de pozo multiparamétrica
- Conectar el nuevo anillo DLR local de control.
- Conectar el cableado de fibra óptica al Switch.



Figura 56. Armario Control Pozo 2 y 3



4.3.1.3. CUADRO POZOS EXTERIORES CON CASETA

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

- Desmantelar todo el hardware de control actual (PLC Siemens y módulos asociados).
- Instalar y cablear tanto la nueva fuente de alimentación como todos los magnetotérmicos de protección del nuevo hardware.
- Instalar el nou software de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, Router 4G...)
- Recablear las señales existentes en la nueva periferia de Point IO.
- Cablear las nuevas señales de los magnetotérmicos de protección. Al haber señales de reserva, se utilizará la primera de las tarjetas de entradas digitales para conectar el estado de los magnetotérmicos.
- Instalar un relé auxiliar desde el que se alimentará el Router Teldat. La activación/desactivación de este relé se realizará mediante una salida digital del PLC, para poder realizar un reset "remoto" del Router en caso de fallo de comunicaciones.
- Conectar el nuevo anillo DLR local de control.
- Realizar las acciones necesarias para instalar la antena del Router en la nueva ubicación exterior que se defina, tal y como se expone en el apartado [LADO POZOS DE INYECCIÓN](#).



Figura 57. Armario Control Pozos Fase 2 - Caseta

4.3.2. NUEVOS ARMARIOS DE CONTROL POZOS EXTERIORES SUBTERRÁNEOS

Debido a que con las lluvias se filtra agua, es posible que un fallo o la saturación de la bomba de achique del pozo provoquen una inundación de la arqueta, dañando el material eléctrico del armario y dejando el pozo inservible, por eso en los casos de los pozos 5, 6, 7, 10 y 11 se instalará un nuevo armario eléctrico fuera de la arqueta.

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

- Desmantelar los armarios de control actuales.
- Fabricar e instalar los nuevos armarios de control, que deben incluir todo el material necesario (incluido el variador de frecuencia, iluminación, protecciones eléctricas, etc...).
- Hacer un dado de hormigón, agujeros, zanjas y lo necesario para instalar el armario.
- Instalar el cableado del nuevo armario en todos los elementos que queden operativos dentro de la arqueta.
- Instalar el nou software de Rockwell (PLC, Point I/O, Switch Stratix, Router 4G...)
- Recablear las señales existentes en la nueva periferia de Point IO.
- Instalar un relé auxiliar desde el que se alimentará el Router Teldat. La activación/desactivación de este relé se realizará mediante una salida digital del PLC, para poder realizar un reset "remoto" del Router en caso de fallo de comunicaciones.
- Conectar el nuevo anillo DLR local de control.
- Instalar la antena del Router.



Figura 58. Armario Control Pozo Fase 2 - Subterráneo

4.3.3. 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 todos los PLC Siemens de los pozos en Rockwell.

4.3.3.1. SWITCH STRATIX

Dentro del alcance del presente proyecto, se contempla añadir un switch de la familia Stratix 5200 de Allen Bradley (Rockwell) en cada uno de los pozos, con el objetivo de poder realizar la conexión de toda su periferia en anillo DLR, así como para poder realizar la conexión con el Router de comunicaciones.

Entre otras, debe tener las siguientes características:

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



Tabla 10. Características Stratix 5200 1783-BMS10CGP

Para poder integrar los Pozos de la fase 1 (pozo 1, 2 y 3), será necesario adquirir unos convertidores de fibra óptica para poder comunicar con los pozos. Estos convertidores, entre otros, tendrán las siguientes características:



CARACTERÍSTICAS MÓDULOS SFP MULTIMODO	
Fabricante	Allen Bradley
Referencia	1783.SFP-100FX
Forma	Módulo Small Form-Factor Pluggable (SFP)
Tipo	100Base . SX por fibra multimodo
Longitud Onda	850 nM
Tiempo. Operación	40..+85°C




Tabla 11. Características de los módulos SFP Multimode

Para poder conectar los distintos switches de los pozos de la Fase 1 a la red será necesario adquirir los patch cords de fibra óptica multimode, que entre otros tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS PATCHCORD FIBRA ÓPTICA	
Tipo de fibra	Multimode
Conector Lado A	Lc - Duplex mode (Revisar igualmente)
Conector Lado B	Se desconoce (Revisar)
Largo	2 metros
Dimensiones fibra	50/125 μ m




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	PUR 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.

4.3.3.2. CPU

El controlador será un Compact Logix 5380, con una CPU modelo 5069-L320ER. La CPU deberá equiparse con los terminales 5069-RTB64-SPRING.

Estos controladores cuentan con las siguientes características, entre otros:

CARACTERÍSTICAS CONTROLADOR	
Fabricante	Allen Bradley
Referencia	5069-L320ER
Memoria Aplicación	2 MB
Puertos comunicaciones	2 puertos Ethernet RJ45 / 1 puerto USB
DLR	Admet DLR i topologies lineals
Memoria volátil	Ranura SD
Base Conexión	5069-RTB64-RESORTE



Tabla 14. Características Controlador 5069-L320ER

4.3.3.3. PERIFERIA DISTRIBUIDA (POINT I/O)

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:

- Cabecera 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

4.3.3.3.1. 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	Admite DLR i topologías lineales



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

4.3.3.3.2. 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



4.3.3.3.3. MÓDULO EXPANSOR 24 VDC

En caso de que por número de módulos sea necesario, se instalará 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



4.3.3.3.4. 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 Vdc	
Nº. Entradas	8 Entradas Digitales	

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

4.3.3.3.5. 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 Vdc	
Nº. Salidas	8 Salidas Digitales	

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



4.3.3.3.6. 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 Vdc
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

4.3.3.3.7. MÓDULO SALIDAS ANALÓGICAS

El módulo estandarizado para el tratamiento de las distintas señales de salidas 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 Vdc
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

4.3.3.4. ESCÁNERES PROFIBUS DP

Dentro del proceso de renovación del PLC del Pozo 1, 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 armario.

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

CARACTERÍSTICAS PASARELA PROFIBUS DP	
Fabricante	Red HMS
Referencia	HMS-EN2PB-R
Alimentación	24 V CC
Ethernet	Según las especificaciones de ODVA para Ethernet/IP
Conexión Ethernet	2 x RJ45 con DLR
Conexión Profibus DP	Conector D-Sub de 9 pines hembra




Tabla 21. Características Pasarela HMS Profibus DP

4.3.3.5. DLR

La conexión de toda la periferia de campo de cada uno de los pozos, inclusive el Stratix 5200 utilizará el protocolo DLR (Device Level Ring). El Maestro de cada anillo DLR será el switch Stratix 5200 (1783-CMS10DN). En el caso exclusivo del Pozo 1, dentro de este anillo DLR también se ubicará la pasarela de comunicaciones Profibus DP.

De esta forma, en caso de que se produzca la pérdida de conectividad de uno de los cables, éste seguiría en funcionamiento ya que el protocolo DLR tiene tolerancia a un error

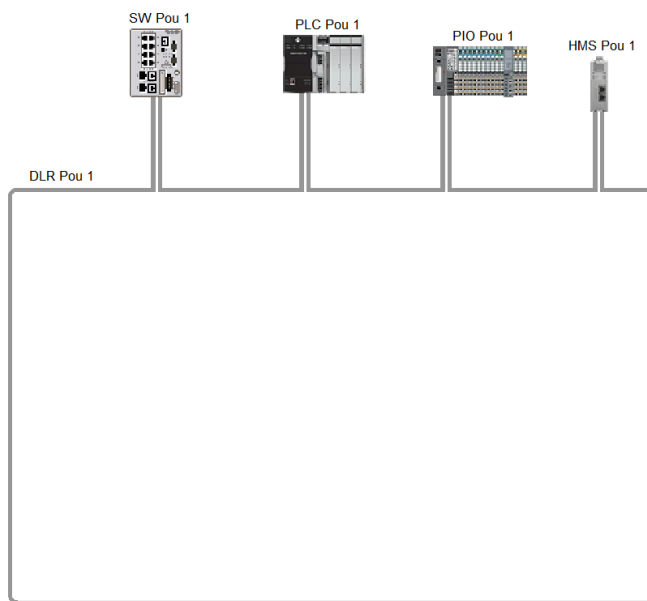


Figura 60. Ejemplo anillo DLR pozos Fase 1 (Pozo 1)

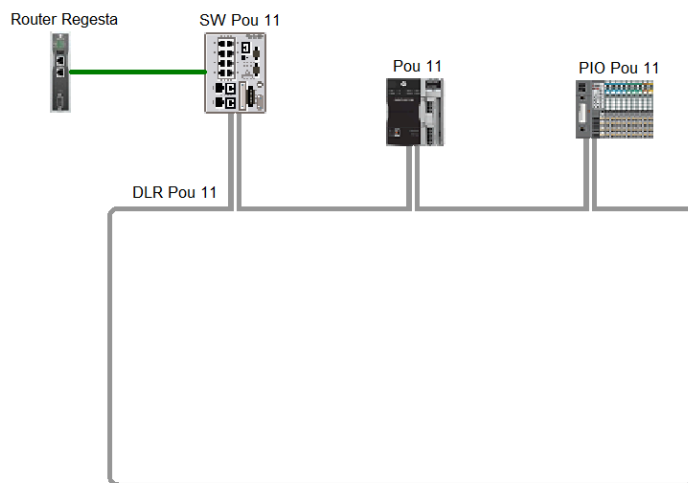


Figura 61. Ejemplo anillo DLR pozos fase 2 (Pozo 11)

Además, será necesario equipar cada armario de control con los cables de red necesarios para montar la arquitectura de comunicaciones DLR.

Habrà que implementar, en cada programa de PLC, el Add-On creado por Rockwell para realizar el diagnóstico general del estado del DLR para detectar cortes, etc por si posteriormente este diagnóstico se quiere visualizar a través de las diversas pantallas del Scada.

4.3.3.6. HMI

En el presente proyecto se contempla la adquisición de un HMI modelo "**2711P-T15C22D9P PanelView Plus 7**" (marca Allen Bradley), 15 pulgadas y alimentado a 24 Vdc, para instalarlo en la puerta del panel de control CCM de Òsmosis, reemplazando la HMI defectuosa de la marca Siemens mencionada en la sección [HMI](#) del capítulo [DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL Y DATOS DE PARTIDA](#).

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

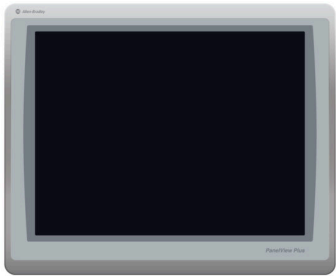


Tabla 22. Características del Módulo de Salidas Analógicas 1734-OE4C

Este nuevo HMI deberá conectarse, mediante cable Ethernet/IP, al switch Stratix 5700 instalado en el armario de comunicaciones de la Ósmosis. De esta forma, el HMI podrá comunicar con el PLC Front End de Rockwell sin necesidad de crear nuevas reglas de Firewall, al estar ambos equipos en la misma red local de comunicaciones.

Se prevé que la distancia entre el Cuadro en el que estará el HMI instalado y el armario de comunicaciones sea de entre 10 y 15 metros.



Figura 62. Armario de comunicaciones Osmosis CCM

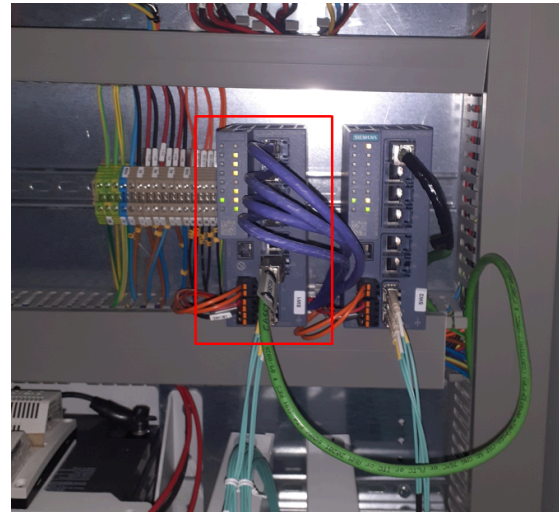


Figura 63. Switch Scalance del Anillo Plant Bus (Armario comunicaciones del CCM de Osmosis)

Además, se contempla la configuración y programación del HMI para que se puedan operar y visualizar los Pozos de inyección (tanto los de Fase 1 como los de Fase 2).

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 sin problemas sin la necesidad de ningún marco adaptador.

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>RIM APRAT2503 - Barrera intrusión salina. Mejora de la red de comunicaciones.</i>	
			Pág. 68/82

4.3.4. 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 diversos anillos DLR, así como realizar su adquisición e instalación.
- Realizar la instalación de un relé auxiliar para que desde una salida del PLC, exista la posibilidad de realizar un reset remoto del Router.
- Realizar la instalación de los magnetotérmicos de continua para los nuevos elementos (PLC, Switch, Point IO). Estos magnetotérmicos tendrán que tener cámara de contactos auxiliares para poder conectar su estado al PLC (se podrá aprovechar parte de la aparamenta instalada en el armario)
- 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.

4.3.5. CAS ESPECIAL POU 14

En el caso del Pozo 14, es relevante indicar que se está ejecutando otro proyecto en paralelo al mismo (proyecto de Aiguamolls, "RIM XPRAT2408 - Red zonas húmedas. Automatización") en el que ya se ha instalado un nuevo armario y varios equipos de control, entre los que destacan un **Router 4G Regesta Smart-Pro**, un **Switch Stratix 5700** y un **PLC Compact Logix de la marca Rockwell, modelo 5069-L320ER**.

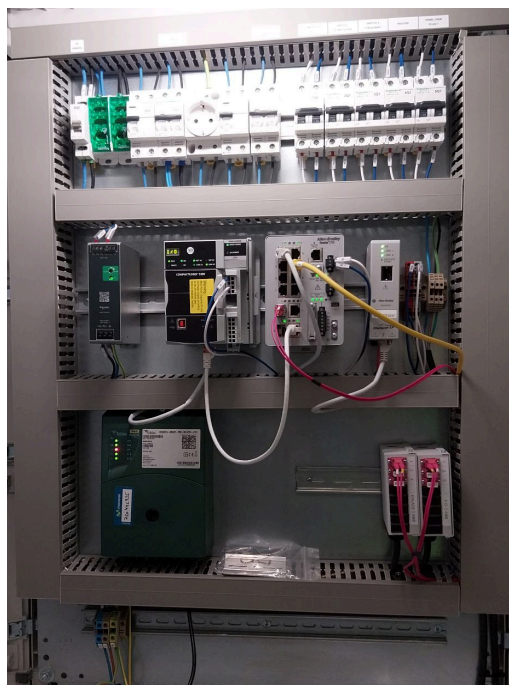


Figura 64. Cuadro de Control para el PLC de Aiguamolls(ubicado en el Pozo 14).

Seguidamente se muestra un esquema de la arquitectura de control asociada al proyecto de Aiguamolls:

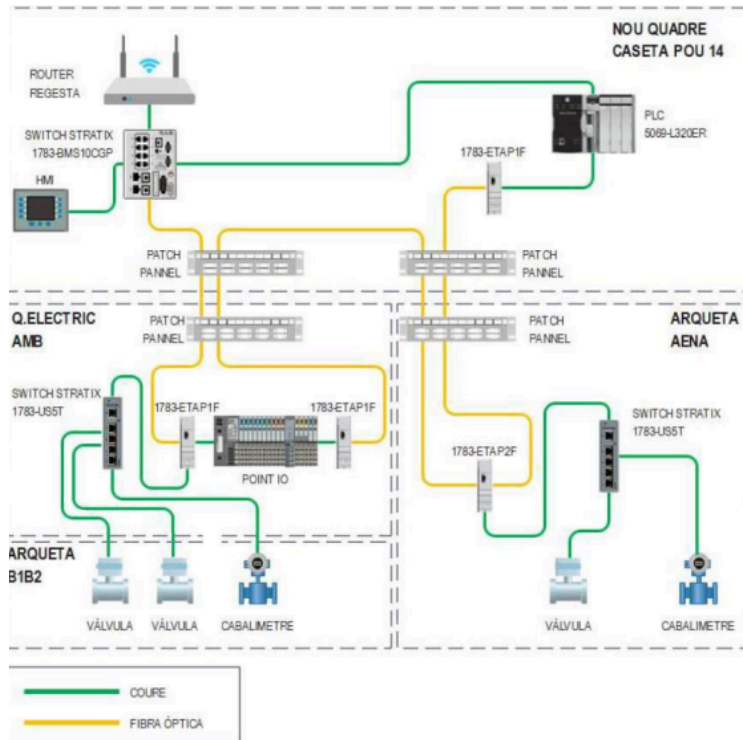


Figura 65. Arquitectura de Control asociada al proyecto de Aiguamolls

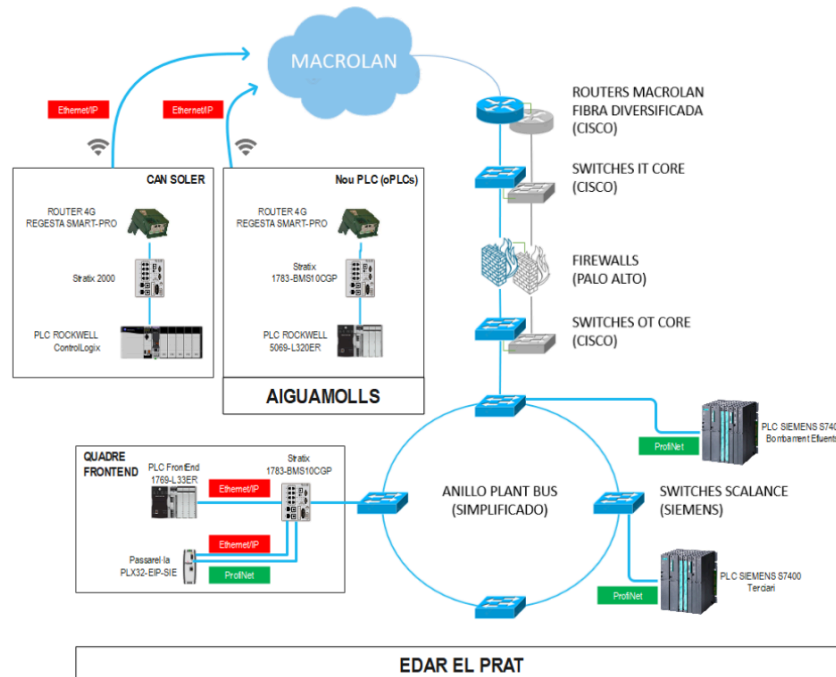


Figura 66. Esquema simplificado de arquitectura lógica de la EDAR Baix Llobregat (enfocado en la comunicación de Aiguamolls).



Dado que además de implementar el sistema de Aiguamolls, se tendrá que renovar también la parte correspondiente a pozos, se propone hacer uso de la nueva arquitectura de control que se ha implementado para Aiguamolls en la caseta del Pou 14.

Por tanto en vez de renovar el armario con un nuevo PLC, se instalarán entradas y salidas distribuidas (Point IO) que se conectarán al PLC principal mediante un cable de red.

Aparte, como en el resto de pozos, se deben contemplar las protecciones, cableado y pequeños materiales eléctricos necesarios para llevar a cabo la renovación.

Además, también será necesario tener presente la necesidad de **añadir la programación correspondiente al Pozo 14 al PLC Compact Logix 5069-L320ER** ubicado en el nuevo armario de la caseta del Pozo 14 (deberán convivir los programas tanto de Aiguamolls como del propio pozo) y solicitar las reglas de Firewall pertinentes para garantizar las comunicaciones entre el PLC ubicado en el Pozo 14 y el PLC Front End de la EDAR (que es diferente del Front End que se utilizará para Aiguamolls).

 Aigües de Barcelona	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	<i>RIM APRAT2503 - Barrera intrusión salina. Mejora de la red de comunicaciones.</i>	
		Pág. 72/82	

4.4. SCADA

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

- **Modificación de Tags:** Será necesario modificar los Tags existentes, referentes a los pozos de inyección, a nivel de SCADA para que ahora apunten al PLC de Front End Rockwell (qué es lo que gestionará las comunicaciones/mensajerías), en vez de al PLC Master Arema y/o PLC de Ósmosis.
- **Creación de Tags:** En caso de que haya nuevas señales para cada pozo (orden, alarma, consigna, etc) se tendrán que dar de alta los nuevos Tag al SCADA y vincularlos a nivel de comunicaciones con el PLC de Front End.
- **Modificación de Pantallas y Pop Ups:** Será necesario modificar las pantallas y pop ups ya existentes para que muestren la información de los pozos que sea necesaria (ya sean Tags modificados y/o nuevos).
- **Creación de Pantallas y Pop Ups:** Se necesita realizar nuevas pantallas y pop ups para visualizar los distintos anillos DLR de los pozos, ver el estado de los switchos y sus puertos, ver si existe algún otro equipo de control en alarma, etc.
- **Corregir errores de las pantallas de los pozos de inyección que vienen de origen:** Revisar y corregir los errores y/o eliminar los elementos que no aplican de las pantallas detalladas en el apartado [SCADA](#) del capítulo [DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL Y DATOS DE PARTIDA](#).

4.5. SONDA MULTIPARÁMETRO

Dentro de la "RIM APRAT2501 Barrera intrusión salina. Reposición de las sondas multiparamétricas", se instalarán unas sondas en los diferentes pozos a los que este pliego hace referencia.

Estas sondas tienen comunicación Modbus RTU y el adjudicatario de la RIM APRAT2501 suministrará las tarjetas de comunicación modbus RTU ILX34.

Será responsabilidad del adjudicatario del presente pliego conectar las sondas al PLC, realizar las lecturas de la temperatura, el nivel y la conductividad y llevar los valores a SCADA e historizarlos.



5. RESUMEN DE LOS TRABAJOS DE LOTE 1

A continuación se muestra una lista resumen de las tareas mínimas e indispensables necesarias para llevar a cabo la renovación del pozo:

5.1. MATERIALES

- **Adquirir material** para la renovación de los trece (13) pozos, sustituyendo el material de de Siemens. A nivel general se propone:
 - Controlador Compactlogix 5069-L320ER.
 - Periferia distribuida (E/S puntual)
 - Escáneres Profibus DP
- **Adquirir material para la renovación del actual HMI instalado** en terciario avanzado. Se propone la pantalla Rockwell 2711P-T15C22D9P.
- **Adquirir Switches Stratix 5200** y/o características similares, tarjetas SD y SFP para reemplazar los conmutadores Siemens actuales.
 - Once (11) Switches Stratix 5200.
 - Otros materiales como tarjetas SD, SFP's, etc.

TIPO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	CANT.
Controladores	5069-L320ER	PLC Rockwell Compact Logix	11
	5069-RTB63-SPRING	Conectores de alimentación PLC	11
Periferia distribuida	1734-AENTR	Módulo adaptador de E/S Ethernet de 2 puertos	12
	1734-IB8	Módulo de 8 entradas digitales	28
	1734-VTM	Tarjeta alimentación comunes	28
	1734-OB8	Módulo de 8 salidas digitales	12
	1734-IE8C	Módulo de 8 entradas analógicas	12
	1734-OE4C	Módulo de 4 salidas analógicas	12
	1734-TBS	Bases para módulos con terminales de resorte IEC extraíbles	92
Switches de	1783-CMS10DP	Switch Stratix 5200, 8 puertos de	11



TIPO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	CANT.
campo		cobre, 2 ports combo, full FW, DLR	
	1783-SFP100SX	Stratix Fiber SFP	3
	1784-SD1	Targeta SD	11
Escáneres	HMS-EN2PB-R	Ethernet/IP a Profibus DP	1
HMI	2711P-T15C22D9P	Panel táctil Panel View Plus 7, 15" XGA, TFT a color, 24 V CC	1

Tabla 23. Lista de material previo

TIPO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	CANT
Controlador	5069-L320ER	PLC Rockwell Compact Logix	1
	5069-RTB63-SPRING	Conectores de alimentación PLC	1
Periferia distribuida	1734-AENTR	Módulo adaptador de E/S Ethernet de 2 puertos	1
	1734-IB8	Módulo de 8 entradas digitales	4
	1734-VTM	Tarjeta alimentación comunes	4
	1734-OB8	Módulo de 8 salidas digitales	1
	1734-IE8C	Módulo de 8 entradas analógicas	1
	1734-OE4C	Módulo de 4 salidas analógicas	1
Switches de campo	1734-TBS	Bases para módulos con terminales de resorte IEC extraíbles	11
	1783-CMS10DP	Switch Stratix 5200, 8 puertos de cobre, 2 ports combo, full FW, DLR	1
	1784-SD1	Targeta SD	1

Tabla 23. Listado de material por posible ejecución Pozo 3



5.2. INSTALACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS POUS

- Realización de una **propuesta de planificación** (Diagrama Gantt) que contemple 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 visitas a los diferentes pozos para asegurar que las estimaciones del presente PPT son correctas.
- **Realizar el análisis de los distintos armarios de los pozos** y realizar el estudio de la ubicación del nuevo material en sustitución del actual material de Siemens.
- **Análisis de la obra y las tareas necesarias para la instalación de las antenas en el exterior de los pozos** (Sólo serán necesarias en los pozos de fase 2), así como la preparación y ejecución de la instalación.
- **Análisis del programa del PLC maestro Arema** (estimación de 2 semanas por parte de AB) para trasladar toda la programación relativa a los pozos de inyección al PLC de Front End y al PLC de Ósmosis (Incluye propuesta no sólo de cómo se migraría el pozo de inyección, sino cómo se migrarán los diferentes procesos que controla este PLC).
- **Reetiquetado de los diferentes elementos de la instalación** a los cuales se les cambie el tag.
- **Realización de los nuevos esquemas eléctricos** de los pozos de inyección.
- **Montaje, conexión y configuración de todos los nuevos equipos de control** (CPU, Stratix, Switchos,, PointI/O, etc.) intentando que en la medida de lo posible, hacerlo con topología DLR.
- **Fabricación, montaje e instalación** de los nuevos armarios para los pozos en arqueta
- **Supervisión del montaje e instalación de los Router 4G Regesta Smart-Pro** en los armarios de los pozos y conexión de los Switchos Stratix 5200 con el Router Regesta. Se estima realizar una implementación por día, de forma coordinada con el contratista principal del proyecto, la EDAR Baix Llobregat y SCI.
 - Instalación de la antena por parte del contratista principal.
 - Instalación y montaje del Router 4G Regesta Smart-Pro.
 - Previamente, el contratista debe haber preparado todo lo necesario para la correcta instalación del Router (carril DIN, fuente de alimentación, cableado, etc.).
 - Realización de pruebas de comunicación y/o de mensajerías para verificar la comunicación entre el PLC del Pozo donde se ha instalado el nuevo router y el PLC de Front End de la EDAR Baix Llobregat
 - Al menos se deben simular las comunicaciones solicitadas a nivel de Firewall.
- **Programación de los PLC de los pozos.**



- **Programación de la gestión de la mensajería** de los pozos fase 2 con el PLC de FrontEnd.
- **Programación del Front End de la EDAR Baix Llobregat** y de los **de Ósmosis y/o Master Arema de PLC** (si es necesario) para garantizar las comunicaciones entre ellos, incluyendo la configuración y programación de la pasarela.
- Conexión sondas paramétricas e incorporación al SCADA, programando los históricos
- **Programación del SCADA**, incluyendo Tags (modificaciones y creación de nuevos) y pantallas / pop ups.
- **Montaje del HMI** en el armario del CCM de ósmosis y **conexión del HMI en el Switch Stratix 5200 del anillo de control.**
- **Programación del HMI**, teniendo en cuenta que se comunicará con el PLC de Front End de la EDAR y con el PLC de Ósmosis, para visualizar y operar todos los pozos.
- **Limpieza de la parte del programa del PLC Arema Master y PLC de ósmosis** en lo referente a los pozos.
- **Pruebas FAT** de los diferentes PLCs (Pozos y PLC Front End), SCADA y HMI con simulación en directo en remoto donde esté presente el cliente (AB).
- **Puesta en marcha** de los diferentes Pozos / PLC Front End de la EDAR con 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.



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, debido a que los pozos están inyectando actualmente y por tanto, se deberá minimizar el tiempo de parada de cada pozo.



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 el 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 del 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 típicos
- Listados de parámetros de comunicaciones.
- Listados de enclavamientos por todos aquellos actuadores que los tengan, donde se reflejará un alias del enclavamiento, 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 del proyecto de programación de PLC, SCADA y HMI.



- Checklists de pruebas y puesta en marcha.
- 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.



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>RIM APRAT2503 - Barrera intrusión salina. Mejora de la red de comunicaciones.</i>	
		Pág. 82/82	

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 y aceptación 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.