

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA DE
REGIR EN EL CONTRATO DE OBRAS DE
AUTOMATIZACIÓN, DIGITALIZACIÓN E INTEGRACIÓN
DE ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE (ETAP) DE CANAL DE ISABEL II, S.A., M.P.**

**PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE
CRITERIOS**

CONTRATO N.º 19/2025

Área: Automatización

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PLIEGO	5
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	5
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	8
2. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS	10
2.1 CRONOGRAMA DE FASES	27
3. GESTIÓN, DIRECCIÓN Y RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO	28
3.1 RELACIONES CON CANAL DE ISABEL II, S.A., M.P.	28
3.2 RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO	28
4. INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES	28
4.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CONTROL	28
4.1.1 NIVEL DE SUPERVISIÓN	29
4.1.2 NIVEL DE CONTROL	29
4.1.3 NIVEL DE PROCESO O DISPOSITIVO	29
4.2 DESCRIPCIÓN Y CRITERIOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES	34
4.3 ACTUACIONES A DESARROLLAR	35
4.3.1 INGENIERÍA DE DETALLE	35
4.3.2 DESARROLLO Y PUESTA EN SERVICIO	36
4.3.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	36
4.3.4 INSTALACIONES DE CONTROL	38
4.3.5 CUADRO COMUNICACIONES Y SCADA	39
4.3.6 DIGITALIZACIÓN Y CIBERSEGURIDAD INDUSTRIAL	39
4.3.7 TRABAJOS DE REFORMA Y MEDIOS AUXILIARES	46
5. PARTIDAS PRESUPUESTARIAS	48
6. SEGURIDAD Y SALUD	48
7. CERTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES	50
8. RESIDUOS	50
9. CONDICIONES DE SERVICIO	50
10. REQUISITOS DE SEGURIDAD	51

1. OBJETO DEL PLIEGO

El objeto del presente pliego de prescripciones técnicas (PPT) es establecer las condiciones que han de regir en la contratación del Proyecto de **“AUTOMATIZACIÓN, DIGITALIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (ETAP) DE CANAL DE ISABEL II, S.A., M.P.”**, cuyas características técnicas se especifican en el presente Pliego.

Las condiciones administrativas y jurídicas que regulan el presente contrato se encuentran recogidas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP).

El presupuesto estimado de licitación no tiene carácter vinculante, sino orientativo y corresponde a las cantidades aproximadas en un escenario hipotético, pudiendo variar la cifra dentro de la banda prevista y establecida en el PCAP. Sí tendrán carácter contractual los precios unitarios ofertados en cada una de las partidas presupuestarias del ANEXO II del PCAP.

Las condiciones y requisitos establecidos en el presente pliego técnico, así como los precios unitarios ofertados, tendrán, junto con el PCAP, carácter contractual, por lo que la presentación de ofertas implicará la manifestación expresa del licitador de que acepta el contenido de ambos pliegos y su conformidad con los mismos. Los precios aplicados no podrán ser superiores a los presentados en concurso para cada una de las partidas presupuestarias.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El Área de Automatización, como responsable de los sistemas de automatización de las instalaciones y su integración en el Sistema central de Telecontrol de Canal de Isabel II, S.A., M.P. es el encargado de la evolución, estandarización, programación, mantenimiento de la automatización y telecontrol de las infraestructuras hidráulicas.

Las **Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)** son las encargadas de tratar el agua recogida de los embalses para que pueda ser consumida por la población. Los procesos que se llevan a cabo en ellas requieren de una programación muy específica y concreta en función de los parámetros del agua que reciben.

La inversión tiene por objeto efectuar las actuaciones necesarias para la instrumentación, automatización local del proceso, integración en el actual Sistema de Telecontrol y Telemando de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., y dotar a las instalaciones y a sus explotadores de herramientas de valor añadido que contribuyan a conseguir la excelencia en la explotación del proceso de las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable ubicadas en la Comunidad de Madrid, efectuando los trabajos necesarios en las instalaciones para normalizar el equipamiento de instrumentación, cuadros de control, comunicaciones industriales y también su correspondiente parte eléctrica. (automatización y software de control industrial).

Este factor, junto con la evolución tecnológica y la necesidad de implantar una operación y control centralizada desde el Centro de Control, además de la operación local, requiere de la adaptación de las instalaciones en los aspectos anteriormente indicados: eléctrico, control y de comunicaciones industriales.

La tipología y el tamaño de estas instalaciones es muy variado, abarcando desde bombes consistentes en un grupo de bombas alojadas en una caseta, junto a un cuadro de control y el aparellaje eléctrico asociado, hasta una completa estación de tratamiento de agua potable ETAP.

Este procedimiento lo constituyen las siguientes **Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)** que a continuación enumeramos:

Instalaciones donde está previsto realizar los trabajos de mayor envergadura:

- **ETAP SANTILLANA:** Esta estación de tratamiento de agua potable entró en servicio en 1972 y ha sido renovada en varias ocasiones, la última en 2007/08. Tiene una capacidad de tratamiento de 4 m³/s y trata el agua procedente del embalse de Santillana, en el río Manzanares.

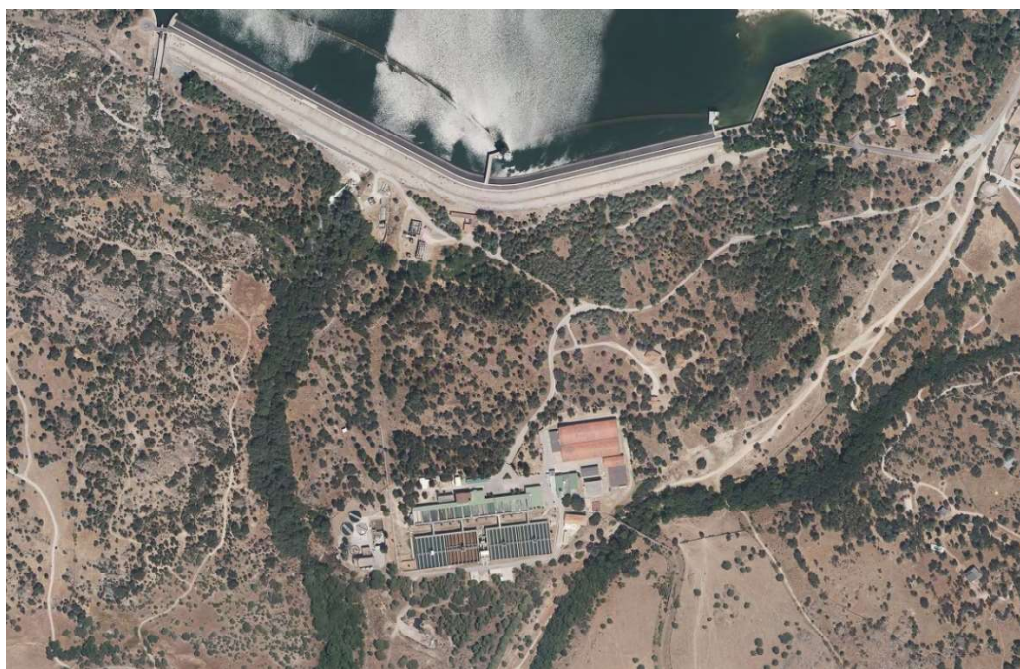


Ilustración 1. Vista aérea de la ETAP Santillana

- **ETAP LA ACEÑA:** Esta estación de tratamiento de agua potable entró en servicio en 2000. Tiene una capacidad de tratamiento de 0,5 m³/s y trata el agua procedente del embalse de La Aceña, en el río Aceña.



Ilustración 2. Vista aérea de la ETAP La Aceña

- **ETAP PINILLA:** Esta estación de tratamiento de agua potable entró en servicio en 1992 y ha sido renovada en varias ocasiones, la última en 2006/07. Tiene una capacidad de tratamiento de 0,416 m³/s y trata el agua procedente del embalse de Pinilla, en el río Lozoya.

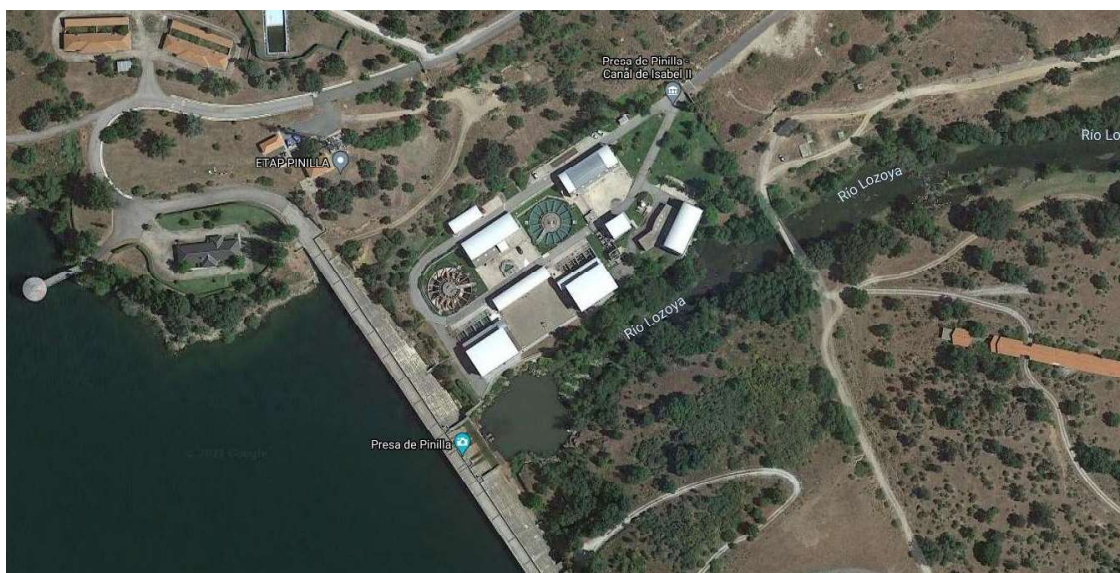


Ilustración 3. Vista aérea de la ETAP Pinilla

Instalaciones donde está previsto realizar trabajos menor envergadura:

- **ETAP ROZAS DE PUERTO REAL**

- **ETAP MAJADAHONDA**
- **ETAP TAJO**
- **ETAP LA JAROSA**
- **ETAP TORRELAGUNA**
- **ETAP GRIÑÓN**

Los licitadores deberán tener en cuenta que, en el caso de resultar adjudicatarios del contrato, durante el proceso de renovación, actualización y mejora de la automatización de las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) anteriormente enumeradas en dicho pliego técnico, podrán ser sustituidas por otras según sea demandado por las diferentes necesidades de Canal de Isabel II.

Además, se implantará la supervisión y gestión remota de estas instalaciones, incluyendo la recepción en tiempo real de todas las informaciones del proceso, asignación y modificación de consignas de funcionamiento y la integración de la telegestión de los procesos, facilitando la explotación y parametrización remota de todas las instalaciones. Por último, se integrarán las tendencias y evoluciones digitales, guiadas por los expertos y responsables en Digitalización e Industria 4.0 de Canal de Isabel II, S.A., M.P.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos fundamentales que se persiguen con el proyecto en licitación en las instalaciones objeto del contrato son los siguientes:

- Suministro, instalación y puesta en servicio de equipos de instrumentación. Actualizar y homogeneizar el equipamiento de instrumentación y control para permitir la medición de magnitudes significativas para los procesos que se llevan a cabo en la estación, y la integración de todas las señales relevantes para el control automático en la ejecución de las lógicas de proceso definidas, disponiendo de una supervisión y mando completos de la instalación, así como de herramientas que faciliten el mantenimiento remoto de los mismos.
- Fabricación, suministro e instalación de cuadros de control y automatización, incluyendo configuración básica del PLC y periféricas necesarias. Implantación de programas estándar, sobre PLC de proceso definido en un documento que será facilitado por Canal de Isabel II, S.A., M.P.
- Integrar los elementos de medición y maniobra involucrados en el proceso de la instalación en un sistema de automatización y control para su funcionamiento automático coordinado y supervisión local en campo, y remota desde el centro de control, permitiendo además la recopilación, explotación y análisis de los datos de la operación y simplificación del mantenimiento.
- Actualizar y homogeneizar el equipamiento eléctrico de baja tensión con objeto de sustituir los elementos obsoletos, reparar o sustituir los elementos en fallo, disponer de las señales necesarias para llevar a cabo el control automático de la instalación y cumplir los requisitos de homogeneización y estandarización que en el ámbito eléctrico se han definido en Canal de Isabel II, S.A., M.P.

Levantamiento de información, identificación y señalización de todos los cableados en caso de no existir documentación fiable.

- Desplegar una red de comunicaciones interna de la planta que conecte y vertebral todos los elementos involucrados en el control automático, PLC, HMI, SCADA, analizadores de redes, SAI, arrancadores estáticos, variadores de frecuencia y demás equipamiento comunicable.
- Facilitar la supervisión y el control remotos desde los sistemas de supervisión de Canal de Isabel II, S.A., M.P. y la recopilación de datos de la instalación para su análisis.
- Proporcionar al personal de operación de las plantas de unas herramientas ergonómicas e integradas que permitan llevar a cabo el control automático parametrizado de los elementos involucrados en los procesos, así como herramientas de explotación de la información que favorezcan el diagnóstico y la trazabilidad de fallas en dichos procesos. Suministro, instalación y programación de pantalla estándar para visualización y control del proceso de la instalación.
- Mejorar la eficiencia de los procesos y optimizar el consumo de energía mediante el uso de electrónicas de potencia en la maniobra de los equipos, y un sistema de control que en general optimice y ajuste todos los procesos llevados a cabo en la estación. Suministro, instalación y puesta en servicio del módulo de analizadores de redes multifunción para cumplimentar el plan de monitorización de energía.
- Disponer de una documentación actualizada que permita un adecuado conocimiento de las características de los elementos involucrados en los procesos de la planta, así como la consulta rápida mediante herramientas digitales que permitan el diagnóstico de averías y sustitución de elementos. Esto incluye la actualización de los planos de los elementos modificados y aquellas unidades directamente relacionadas con los mismos.
- Implementar tecnologías digitales con el fin de optimizar los procesos operativos y generar nuevos servicios e información que aporten un valor añadido y contribuyan a la transformación digital de Canal de Isabel II, S.A., M.P. Como soluciones digitales, cabe destacar: Modelización y simulación de procesos, gemelo digital de la instalación, diagnóstico del estado de los sistemas de automatización mediante despliegue de agentes de monitorización, implementación de sistemas de gestión energética, gestión documental digital mediante codificación QR, conectividad remota de la planta según especificaciones de ciberseguridad, reporte de informes automáticos y cuadro de mando e indicadores en aplicaciones móviles o cloud.

Todo ello se llevará a cabo a través de una actualización materializada por medio de una automatización de cada una de las plantas, involucrando los aspectos eléctricos de baja tensión, de control y de comunicaciones, con unos criterios definidos y homogéneos establecidos previamente en Canal de Isabel II, S.A., M.P.

2. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS

Las actividades fundamentales incluidas en este pliego y que componen el alcance de este son los siguientes:

- 1) **Replanteo de la instalación:** Previamente al inicio de los trabajos se procederá a la realización de las respectivas visitas de replanteo a las instalaciones objeto del contrato con el fin de dilucidar y establecer de forma definitiva las actuaciones que en cada una de ellas es preciso llevar a cabo. Tras las visitas, el adjudicatario elaborará un informe de replanteo con la definición de los trabajos a realizar, grado de alcance de las actuaciones a realizar, planificación e ingeniería de detalle (siguientes apartados). En caso de trabajos imprescindibles no recogidos en el PPT, el adjudicatario lo notificará a los responsables de Canal de Isabel II, S.A., M.P. y solicitará el procedimiento dispuesto para tal fin.

Esta revisión se realizará de forma conjunta entre la dirección facultativa y el representante de la empresa adjudicataria designado por ésta. Además del informe técnico de ejecución, se comprobará que las áreas donde se va a trabajar cumplen las condiciones de seguridad, higiene y ambientales necesarias para la ejecución de los trabajos.

- Las visitas de replanteo se realizarán en el plazo máximo de cinco (5) días naturales desde la solicitud de visita de replanteo de Canal de Isabel II, S.A., M.P. al adjudicatario.
 - El plazo máximo de entrega del informe de replanteo será de veintiún (21) días naturales desde la visita de replanteo.
- 2) **Planificación:** Tras los replanteos y establecimientos de las actuaciones definitivas, el adjudicatario estará obligado a realizar una planificación detallada y concreta para la realización de los trabajos incluidos en el alcance del proyecto. Esta planificación, se consensuará con el personal de explotación de las instalaciones y con la dirección facultativa que Canal de Isabel II, S.A., M.P. disponga al efecto, aunque siempre enmarcada en los plazos globales definidos en el proyecto. La planificación detallará cada una de las tareas enmarcándolas en un espacio temporal concreto indicando también los recursos que se dispondrán para la realización de las actividades.

La planificación de trabajos deberá ser aprobada por la dirección facultativa y deberá tener en cuenta las siguientes restricciones:

- **Plazo global:** El plazo global de la ejecución no podrá exceder en ningún caso la duración máxima del contrato, desde la firma del acta de inicio de los trabajos.
- **Horario de trabajo:** El horario habitual de trabajo en las instalaciones objeto del proyecto es de 07:30 a 15:00 en días laborables. Aunque por sus características especiales pueda encontrarse personal de Canal de Isabel II, S.A., M.P. o de la subcontrata que lleve a cabo la explotación fuera de estos horarios, el horario habitual en el que el adjudicatario podrá y deberá trabajar en las instalaciones será el indicado. En caso de que sea preciso realizar trabajos en un horario

diferente, será precisa la autorización y presencia de la dirección facultativa o personal de Canal de Isabel II, S.A., M.P.

- **Grupos de trabajo concurrentes:** Se valorará la creación de grupos de trabajo concurrentes en caso de que así sea requerido para el cumplimiento de plazos.

El plazo máximo de entrega del informe de planificación será catorce (14) días naturales desde la entrega del informe de replanteo.

- 3) **Ingeniería de detalle:** El adjudicatario elaborará la ingeniería de detalle de todos los elementos que sea preciso fabricar o reformar como cuadro general de distribución, cuadros de control, cuadros de variadores y/o arrancadores, centro de control de motores (CCM), etc. En ningún caso, se podrá proceder a la fabricación de armario alguno o actuación en planta hasta que no se apruebe tanto el diseño o la actuación, así como los materiales utilizados en la fabricación (memoria de calidades) por la dirección facultativa que Canal de Isabel II, S.A., M.P. destine al efecto. La ingeniería de detalle incluye la elaboración de planos constructivos y de ubicación, así como esquemas unifilares y multifilares en la parte eléctrica. En el caso de las comunicaciones, los tendidos de cable de cobre o fibra óptica necesarios para componer la red local de planta.

El plazo máximo de entrega de la ingeniería de detalle será de cuarenta y dos (42) días naturales desde la entrega del informe de replanteo.

- 4) **Suministro de equipos:** En el alcance del proyecto el adjudicatario deberá suministrar diverso equipamiento, bien independiente, bien como componente para la fabricación de otros subproductos (como cuadros de control, por ejemplo). Previamente al suministro será preciso que Canal de Isabel II, S.A., M.P., a través de su dirección facultativa, apruebe los equipos y materiales que el adjudicatario utilizará.

Los materiales se protegerán contra la corrosión, humedad, rotura o daños que se puedan producir durante su transporte, almacenamiento o montaje, no aceptándose material alguno como suministro del proyecto aquel que no se encuentre en perfecto estado.

Los costes de transporte, almacenamiento, seguros, y otros que se puedan derivar en el proyecto por este concepto, correrán a cuenta del adjudicatario.

- 5) **Fabricación:** En el presente pliego se contempla la fabricación de múltiples cuadros eléctricos para diversos propósitos (cuadros de control, CCM, armarios de electrónica de potencia, cuadros de control desarenadores, cuadros generales de distribución). Estos cuadros se fabricarán de acuerdo con la ingeniería de detalle previamente aprobada y con los materiales también previamente aprobados por Canal de Isabel II, S.A., M.P., a través de la dirección facultativa destinada al efecto.
- 6) **Preparación de la instalación:** De forma previa al comienzo de los trabajos en obra tanto de suministro como de instalación, la empresa adjudicataria realizará como mínimo las siguientes tareas:

- Elaboración y tramitación de la solicitud para la obtención de las licencias necesarias para transporte de materiales a planta, permisos de trabajo, permisos de acceso a las plantas, etc.
- Obtención de permisos de acceso a planta para el personal y vehículos.
- Planificación detallada de los trabajos mediante los medios y canales dispuestos por Canal de Isabel II, S.A., M.P.
- Obtención del material y maquinaria necesarios para la ejecución de los trabajos.
- Plan de seguridad y salud para los trabajos objeto del pliego.
- Reunión de coordinación de actividades empresariales con todas las unidades afectadas por la ejecución de los trabajos.
- Metodología para la supervisión de las instalaciones.
- Mantenimiento o mejora de los valores medioambientales que puedan verse afectados por la ejecución del contrato: la promoción del reciclado de productos y el uso de envases reutilizables.
- Se considera importante destacar que para cualquier operación a realizar en la planta que sea considerada como de cierta relevancia (cambios en el CGD, sustitución de CCM, entre otras) será preciso que el adjudicatario presente un procedimiento de actuación en el que se detalle la actuación a realizar y el impacto que tendrá sobre la instalación, así como el tiempo estimado de realización. Este procedimiento deberá ser aprobado por la dirección facultativa previamente a la realización de la operación. En cualquier caso y ya que los trabajos normalmente se llevarán a cabo en instalaciones en funcionamiento, se tomará como objetivo principal no interferir en el normal funcionamiento de las plantas. En caso de que las operaciones procedimentadas no se lleven a cabo en los términos aprobados y generen un coste económico no previsto a Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., dicho importe le podrá ser repercutido al adjudicatario.

7) **Instalación:** Todos los elementos que el adjudicatario fabrique deberán ser instalados en planta. Además, es preciso llevar a cabo múltiples tareas de instalación con objeto de que todos los sistemas trabajen perfectamente coordinados para la consecución del fin último del proyecto.

El transporte, seguros, así como todo el material auxiliar necesario para la instalación del equipamiento correrá por cuenta del adjudicatario.

El adjudicatario ha de disponer de todas las herramientas, aparatos, equipos de medida, material de seguridad, así como el personal técnico adecuado con la preparación y experiencia necesarias para llevar a cabo las tareas requeridas para la ejecución de los trabajos descritos en el presente pliego.

Asimismo, los trabajos deberán realizarse siguiendo las normas básicas de seguridad e higiene, debiendo quedar las instalaciones, como mínimo, en las mismas condiciones de limpieza en las que se encontraron.

En algunas instalaciones será necesario realizar obra civil de pequeña envergadura, como calas, excavación de zanjas o recrecido de bancadas.

Durante el período de instalación del equipamiento, se interferirá lo menos posible a aquellos servicios e instalaciones existentes en el emplazamiento o zonas afectadas.

- El plazo máximo de fabricación de cuadros CCM de cubículos extraíbles e instalación será noventa (90) días naturales desde la aceptación de la ingeniería de detalle.
- Para el resto de los cuadros eléctricos que no sean cubículos extraíbles será treinta (30) días desde la aceptación de la ingeniería de detalle.

8) **Programación de autómatas de proceso:** Uno de los principales objetivos del proyecto es el funcionamiento en modo automático, fundamentalmente de todos los activos de la instalación. Para llevar a cabo dicho objetivo, el adjudicatario programará unas lógicas de proceso previamente definidas por Canal de Isabel II, S.A., M.P. y proporcionadas al adjudicatario. Además de las lógicas de proceso, Canal de Isabel II, S.A., M.P. proporcionará al adjudicatario un estándar de programación que el adjudicatario deberá utilizar con el fin de conseguir el funcionamiento de acuerdo con las lógicas de proceso.

- **PLC.** Programación de PLC de acuerdo con el estándar de programación y según análisis funcional proporcionado por Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., incluso documentación asociada de diseño de los programas y desarrollos en código fuente, con comentarios con el nivel de detalle suficiente para facilitar su posterior seguimiento.

Puesta en servicio de PLC en planta, incluyendo todas las tareas asociadas, tales como comprobación de señales, simulación de lógicas, solución de incidencias, etc.

- **HMI.** Programación de interfaz de operador HMI de acuerdo con el estándar de programación y según análisis funcional proporcionado por Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., incluso documentación asociada de diseño de los programas, descripción de las pantallas, manual de usuario de la aplicación y desarrollos en código fuente.

Puesta en servicio de operador HMI en planta, incluyendo todas las tareas asociadas, tales como comprobación de señales, simulación de lógicas, solución de incidencias, etc.

- **SCADA.** En aquellas instalaciones donde exista un SCADA, Programación de sistema SCADA de acuerdo con el estándar de programación y según análisis funcional proporcionado por Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., incluso documentación asociada de diseño de los programas, descripción de las pantallas, manual de usuario de la aplicación y desarrollos en código fuente.

Puesta en servicio de sistema SCADA en planta, incluyendo todas las tareas asociadas, tales como comprobación de señales, simulación de lógicas, registro de datos, solución de incidencias, etc.

Adicionalmente, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El adjudicatario deberá suministrar a Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., todos los desarrollos en código fuente.
- Los interfaces de supervisión y operación tanto HMI como SCADA, se compondrán de una serie de pantallas representativas del proceso cuya estructura constará como mínimo de los siguientes componentes:
 - **Gestión de usuario** con control de acceso mediante usuario y contraseña.
 - **Pantalla principal:** Se presentará una vista general del proceso, dividida en las fases del proceso a semejanza de los cuadros sinópticos existentes en la planta.
 - **Pantalla Sinóptico:** Se representará un sinóptico general con todos los elementos de la planta; si por tamaño de la planta estos elementos no entran en una sola ventana se podrán representar en dos (2) ventanas.
 - **Pantalla por cada uno de los procesos** accesible desde la principal.
 - Cuadros de diálogos o faceplates de cada uno de los objetos.
 - **Pantallas de consignas.**
 - **Pantalla de representación de tendencias.**
 - **Pantalla de generación de informes.**
 - **Pantalla general de alarmas.**
 - **Pantallas de mantenimiento:**
 - Sistema eléctrico
 - Red de comunicaciones.
 - Listado de motores con nº horas y nº maniobras, totales y parciales.
 - Listado de analógicas con totalizadores medido y calculado.
 - Pantalla de PLCs con acceso a cada tarjeta E/S para comprobación de estados de señales.
 - Configuración de fecha y hora.
- **PLC Concentrador y/o equipos involucrados en el telecontrol/telegestión.** Programación y puesta en servicio del PLC concentrador donde se requiera, o equipamiento involucrado en el telecontrol de acuerdo con el estándar de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., incluso pruebas de recepción de señales con el CDC y documentación asociada.

- **Almacenamiento de información en cloud.** Se llevará a cabo las tareas necesarias de programación y/o configuración del equipamiento involucrado en almacenar la información que se indique en alojamiento cloud, incluso desarrollo de cuadros de mando e indicadores mediante aplicaciones cloud. El alojamiento cloud y las directrices de integración serán proporcionadas por Canal de Isabel II, S.A., M.P.
 - **Conectividad remota. Dispositivos de ciberseguridad industrial.** Se llevará a cabo las tareas de programación y/o configuración que sean requeridas para los dispositivos de ciberseguridad industrial instalados en cada una de las plantas según indicaciones de Canal de Isabel II, S.A., M.P. y generar la documentación necesaria para su comprensión con el objetivo de facilitar posteriores labores de mantenimiento.
 - **Agentes de monitorización de activos.** Se llevará a cabo las tareas de programación y/o configuración que sean requeridas para los dispositivos de monitorización de activos de automatización según indicaciones de Canal de Isabel II, S.A., M.P. y generar la documentación necesaria para su comprensión con el objetivo de facilitar posteriores labores de mantenimiento.
 - **Gemelo digital de la instalación en entorno web.** Se llevará a cabo donde se indique el gemelo digital de la instalación, incluyendo la modelización y simulación del proceso, y el desarrollo de escenarios hipotéticos que permitan optimizar la operación a través de planes y programaciones que agilicen imprevistos y reduzcan los impactos en la planta. El plazo máximo de integración de la programación en los PLC de procesos de la planta será catorce (14) días naturales desde la instalación. Esta programación será validada y aceptada mediante pruebas FAT y SAT.
- 9) **Pruebas:** Además de los suministros, fabricación, desarrollo e instalación es preciso llevar a cabo pruebas parciales y la puesta en servicio completa que permita que todos los activos dispuestos trabajen coordinadamente con objeto de llevar a cabo la automatización de los procesos involucrados, así como su control remoto desde el CDC de Canal de Isabel II, S.A., M.P. Para asegurar un buen resultado de las pruebas del SW de PLC, HMI y SCADA, y minimizar los tiempos de la puesta en servicio, disminuyendo asimismo las afecciones al normal funcionamiento de las plantas, se realizarán tanto unas pruebas FAT en oficina como pruebas SAT en la propia instalación.
- Uno de los principales objetivos del proyecto es el de llevar a cabo los procesos de la planta de un modo automático por medio de los PLC, HMI y SCADA dispuestos. Ya que además es preciso durante la ejecución de los trabajos en obra no interferir en el normal funcionamiento de la planta, se establece una **metodología** de pruebas que permita favorecer la consecución de este objetivo mediante la optimización de los tiempos de pruebas y puesta en servicio. A este respecto y en lo que a las pruebas del sistema de control se refiere, se realizarán dos tipos de pruebas:

- **Pruebas FAT:** Las pruebas FAT se realizarán en oficina y permitirán la prueba en entorno controlado del sistema de control desarrollado. Para ello se replicará el sistema de control de la planta y se simularán los procesos. Estas pruebas se realizarán y validarán 100% sobre el modelo de “Gemelo Digital” de cada una de las instalaciones proporcionadas por una herramienta de simulación, suministrada en el proyecto a tal efecto. Las pruebas se podrán solicitar en presencia de la dirección facultativa.
- **Pruebas SAT:** Las pruebas SAT se realizarán en la propia instalación y representarán la prueba completa de los subprocesos de la planta y el proceso completo.

La última de las pruebas SAT que se realizará en cada planta será el funcionamiento sin incidencia en el sistema de control durante un periodo ininterrumpido de 24 horas.

Ambas pruebas, previa aprobación por Canal de Isabel II, S.A., M.P. deberán estar consideradas en la planificación del proyecto que el adjudicatario deberá elaborar antes del inicio de los trabajos.

El plan de pruebas, que será realizado por el adjudicatario, tiene que incluir todo lo necesario para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de control y será aprobado por Canal de Isabel II, S.A., M.P.

Las pruebas incluirán como mínimo:

- Hardware
- Rendimiento del sistema
- Pantallas del SCADA
- Proceso
- Secuencias
- Informes
- Alarmas y averías del sistema
- Comunicaciones e integración

Para dar por válidos todos los desarrollos es preciso realizar y pasar tanto las pruebas FAT como las pruebas SAT, no pudiéndose llevar a cabo las segundas sin haber pasado las primeras. En ambos casos el adjudicatario elaborará un documento de pruebas en los que para cada una de las pruebas parciales deberá aparecer al menos lo siguiente:

- **Prueba que se realizará:** Se describirá la prueba particular que es preciso realizar para comprobar el buen funcionamiento de la programación desarrollada
- **Resultado esperado:** Se describe la respuesta que debe resultar como producto de la realización de la prueba.

- **Fecha de la prueba:** Se indica la fecha en la que se realiza la prueba.
- **Casilla de verificación (pasa/no pasa):** En la casilla de verificación de pasa/no pasa se indica si el resultado de la prueba ha sido satisfactorio. En caso de que no lo sea, será preciso volver a realizar la prueba una vez subsanado el defecto, indicando la acción correctora llevada a cabo.
- **Observaciones:** En este apartado se indican las observaciones que apliquen, si es el caso, a la prueba realizada.

En ambos casos, previa aprobación por Canal de Isabel II, S.A., M.P. las pruebas se realizarán en las fechas que se establezcan en la planificación. Para aquellos defectos que se detecten en las pruebas, la dirección facultativa dará un plazo máximo de resolución.

10) **Programación dispositivos involucrados en el telecontrol:** En todas las instalaciones es fundamental integrar la instalación en el Sistema de Telecontrol, mediante módulos y equipos de telecontrol, con el objetivo de enviar la información al SCADA Central de Canal de Isabel II, S.A., M.P. y realizar gestión remota de procesos (Telegestión) desde el Centro de Control, siguiendo las indicaciones de Canal de Isabel II, S.A., M.P.

Los equipos que deberán programar y configurarse son los siguientes:

- Módulos de Telecontrol y comunicaciones.
- *Router/switch* elementos de ciberseguridad industrial.
- Equipos de transmisión (módem, *router* industriales).
- Elementos de conversión de medios (ópticos, eléctricos).
- Elementos de red y enlace.

Para representar en el SCADA Central las pantallas de la nueva instalación, es obligatorio enviar el mapa y listado de señales según plantilla facilitada por Canal de Isabel II, S.A., M.P.

En algunas instalaciones, según decisión de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., es necesario instalar un concentrador de señales para efectuar la telemetría de la instalación, previo o en paralelo a la automatización estandarizada de los procesos. El PLC concentrador, donde sea necesario su instalación, tiene como propósito fundamental la comunicación entre la planta y el CDC para llevar a cabo la supervisión y control remoto de la instalación. El PLC concentrador dispone de acceso a la red de control de la planta y actúa como pasarela entre el *Front-End* de comunicaciones y los PLC de campo. Desempeña dos funciones básicas:

- a) Adquisición de datos de proceso de los PLC de campo.
- b) Comunicación con el *Front-End*. Actúa como pasarela entre la red de telecontrol y la red de planta.

Presenta dos interfaces de comunicaciones:

- a) Interfaz de comunicación con la red de telecontrol.
- b) Interfaz de comunicaciones con la red de planta.

El funcionamiento general del concentrador de planta está basado en recoger los mapas de memoria de los PLC de proceso y almacenar su información en base a una serie de estructuras de datos estandarizadas (UDT). Esta información es monitorizada y enviada al *Front-End* cuando se detecta un cambio (envío de información por evento).

11) **Puesta en servicio:** Además de las pruebas que se realizarán para verificar que las lógicas de proceso se llevan a cabo adecuadamente, se procederá a la realización de las siguientes tareas de puesta en servicio:

- **Tarado de protecciones eléctricas:** En función de las características de los equipos a los que protejan.
- **Ajuste y configuración de la electrónica de potencia:** Para el adecuado gobierno de diversos motores de la planta es preciso ajustar y configurar los parámetros de funcionamiento de los variadores de frecuencia y los arrancadores estáticos de la planta. Se deberán configurar en función de las características de los motores, rampas de arranque y de parada, tiempos que se deben mantener ciertas condiciones anómalas hasta provocar fallos o intensidades máximas, etc. Una vez finalizada la ejecución de los trabajos, el adjudicatario del contrato deberá entregar como parte de la documentación final de obra, documentos que recojan los valores parametrizados durante la puesta en marcha en cada uno de los equipos incluso archivos de configuración en formato fuente, de forma que se facilite el posterior mantenimiento de la instalación por el personal de explotación de la planta.
- **Configuración del equipamiento de comunicaciones:** Para permitir la comunicación entre los elementos de control de alto nivel (PLC, HMI, SCADA) como cualquier otro elemento comunicable (analizadores de redes, electrónicas de potencia y otros) es preciso realizar el direccionamiento y ajuste de las redes de comunicaciones siguiendo las indicaciones de Canal de Isabel II, S.A., M.P.
- **Parametrización de secuencias de funcionamiento:** Una vez programadas las secuencias de funcionamiento e implantadas en los PLC, HMI y SCADA de cada planta, es preciso parametrizarlas para adecuarlas a la realidad de los procesos y responder a los requisitos de explotación. Salvo en casos excepcionales, el ajuste de parámetros de control se llevará a cabo desde HMI o SCADA por medio de los parámetros que se dejarán disponibles al operador, típicamente en las pantallas de consignas y en los diálogos de los elementos básicos de control.

Ninguna de las pruebas interferirá en el correcto funcionamiento de cada una de las plantas.

Todos los equipos parametrizables, configurables y programables se identificarán como **activos de automatización**. El adjudicatario se compromete a entregar una ficha de cada uno de ellos con su número de serie, parámetros iniciales, archivos de configuración, programas, versión, ubicación, sistema al que pertenece, y cuantos campos consideren los responsables de Canal de Isabel II, S.A., M.P. en el formato y medio digital que se establezca para tal fin.

En este apartado de puesta en marcha será necesario también la legalización por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid de todas las instalaciones ejecutadas. En este sentido, se incluyen en las mediciones las partidas correspondientes, que correrán por cuenta del adjudicatario.

12) Aceptación de la instalación

La superación de las pruebas SAT será condición imprescindible para la aceptación de la instalación. Antes de la puesta en servicio del SW, todas las lógicas de funcionamiento deberán ser simuladas con la supervisión de personal de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., verificando el funcionamiento correcto de todas las secuencias bajo condiciones de proceso, además de los correspondientes modos de fallo de cada una de las secuencias

Los protocolos de aceptación se someterán a la aprobación de la dirección facultativa y serán realizados dentro del plazo de ejecución del contrato.

Las pruebas contempladas en los protocolos de aceptación serán realizadas por el adjudicatario, a su cargo, y el personal de la dirección facultativa designado.

Si alguno de los equipos, accesorios o desarrollos objeto del contrato no supera con éxito las pruebas contempladas en los protocolos de aceptación, la dirección facultativa no dará autorización para la aceptación del contrato hasta que el problema no haya sido subsanado.

Una vez superadas las pruebas, se entregará la documentación exigida en el presente pliego para su aprobación y que se puede proceder al acto de recepción, tras haber verificado a su entera satisfacción la corrección de la totalidad de los suministros, instalaciones, y en general el correcto funcionamiento y operación del conjunto de la instalación, dando comienzo en ese momento el periodo de garantía establecido.

13) Recepción de la instalación en el Centro de Control: En todas las instalaciones es condición imprescindible integrar la instalación en el Sistema de Telecontrol, para lo cual hay que representar las pantallas en el SCADA Central de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P.

Para tal fin, una vez que esté automatizada la instalación, el adjudicatario generará y mantendrá el listado de señales, identificando aquellas que se representarán en el SCADA Central, según indicaciones de los responsables de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P.

- Elaboración y mantenimiento del listado de señales de la instalación.

- Representación en sistema de información geográfica de las señales con su ubicación en cartografía escalada y en sinóptico de operación.
- Identificación de las señales a integrar en el SCADA, elaborando un documento con el formato especificado por Canal de Isabel II, S.A., M.P. La representación en SCADA será competencia de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., queda fuera del alcance de este contrato.
- Validación de la representación en el SCADA previa a realizar la recepción, reportando las anomalías detectadas para la subsanación.
- Preparación de la “hoja de recepción” definitiva según formato especificado por Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P.
- Planificación de la Recepción de la instalación, coordinado con Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P.
- Recepción de la instalación: validación “extremo a extremo” de cada una de las señales, realizando las simulaciones necesarias, así como de las actuaciones remotas. El adjudicatario realizará las operaciones y comprobaciones en el “extremo” de la instalación. Canal de Isabel II, S.A., M.P. pondrá los medios de validación en el “extremo” del Centro de Control.
- Anotación y reporte de las anomalías encontradas en la recepción. Toda incidencia será subsanada por el adjudicatario sin contraprestación, incluyendo la planificación y desplazamiento en otra jornada de trabajo, si así fuera necesario, salvo las que tengan relación con la operativa del Software del “extremo” del SCADA.
- El plazo máximo de la integración en el Telecontrol será catorce (14) días naturales desde la programación de PLC de proceso. Esta programación será validada y aceptada mediante una correcta Recepción con el Centro de Control. El compromiso de reducir el plazo máximo será valorado, según se indica en el PCAP.

14) **Implantación de tecnologías digitales:** Se llevará a cabo la implantación de tecnologías digitales con el fin de optimizar los procesos operáticos y generar nuevos servicios e información que aporten un valor añadido y contribuyan a la transformación digital de Canal de Isabel II, S.A., M.P. Cabe destacar las siguientes soluciones cuyo compromiso de reducir el plazo de implantación será valorado según PCAP:

- a. **Modelado y simulación de los procesos de la planta. Gemelo digital de la instalación en entorno web:** Se llevará a cabo donde se indique el gemelo digital de la instalación, desarrollando un modelado y simulación del proceso que permita realizar escenarios hipotéticos y optimizar la operación a través de planes y programaciones que agilicen imprevistos y reduzcan los impactos en la planta.
- b. **Diagnóstico del estado de los sistemas de automatización mediante despliegue de agentes de monitorización:** En cada una de las plantas se instalará un agente de monitorización de

activos que permita de forma digital, analizar el estado de cada uno de los dispositivos de automatización, facilitando el respaldo y la obtención de indicadores de cada uno de ellos.

- c. **Implantación de herramientas de gestión energética:** Se monitorizarán diversos parámetros energéticos de la planta y que, mediante herramientas de gestión energética, se permita la obtención de indicadores para la optimización de los procesos y en definitiva la reducción del consumo energético.
- d. **Gestión documental digital mediante codificación QR:** Se llevará a cabo una codificación QR de los activos de automatización de la planta que se indiquen, de tal forma que se facilite mediante dispositivos digitales la consulta de documentación asociada a dichos activos.
- e. **Conectividad remota de plantas según especificaciones de Ciberseguridad de Canal de Isabel II, S.A., M.P.:** Con el fin de habilitar la conexión remota a las plantas y permitir el soporte y diagnóstico remoto entre otras ventajas, se instalará en cada una de ellas los dispositivos que se indiquen según las especificaciones de Ciberseguridad de Canal de Isabel II, S.A., M.P.
- f. **Reporte de informes automáticos y cuadros de mando e indicadores en aplicaciones móviles o cloud:** Se almacenará la información que se indique tanto a nivel local de planta como en alojamiento cloud para la posterior explotación mediante herramientas y aplicaciones móviles.

El plazo máximo de la integración de tecnologías digitales será catorce (14) días naturales desde la recepción de la instalación.

- 15) **Documentación:** El adjudicatario elaborará y actualizará diversa documentación respecto a los diseños y desarrollos realizados que proporcionará, una vez finalizada, a Canal de Isabel II, S.A., M.P. Se deberá realizar una codificación QR de los activos que se indiquen con el fin de poder visualizar la documentación asociada a los mismos mediante dispositivos digitales, con el objetivo añadido de reducir en máximo de lo posible la utilización de papel.

De forma general, la documentación que se deberá aportar en el transcurso del proyecto será la siguiente:

- **Documentación referente a la ingeniería de detalle:** Tal y como se ha indicado en el apartado correspondiente.
- **Planos As-built:** De todos los diseños realizados y de aquellos elementos que sean modificados, por ejemplo, los esquemas de los cubículos de CCM que sea preciso reformar. También se actualizarán los planos de los elementos relacionados con las unidades modificadas de forma que la documentación revisada y actualizada forme un todo en uno en diseño y formato que facilite su uso e interpretación.
 - Todos los planos eléctricos deberán ser generados mediante SW específico de diseño eléctrico tales como EPLAN o Autocad Electrical de forma que permita el control

automático de referencias entre planos, así como la generación de listados de elementos. Dichos archivos serán entregados a Canal de Isabel II, S.A., M.P. tanto en su formato fuente como exportados a DWG.

- Cada armario eléctrico o cuadro de control instalado o reformado deberá contar con una codificación QR que permita mediante dispositivos digitales consultar la información asociada a dichos cuadros, típicamente esquemas eléctricos, manuales del equipamiento instalado, etc.
- La documentación *As-Built* a entregar a la finalización de la obra de cada uno de los sistemas instalados deberá contar con manuales de configuración de los nuevos equipos suministrados, tales como equipos de electrónica de potencia, *switches*, analizadores de redes, SAI, etc., así como los listados de los valores de la parametrización configurada en planta durante la puesta en marcha en cada uno de dichos equipos.
- Listado de equipamiento instalado indicando nombre, fabricante y referencia.
- Adicionalmente, en aquellas plantas que no dispongan de una documentación actualizada en sus sistemas eléctricos debido a los cambios que haya podido sufrir la planta desde su puesta en servicio, deberá generarse previo y posterior a la ejecución de los trabajos una documentación real y actualizada del estado de la planta. Esquemas multifilares de todos los armarios eléctricos de planta que reflejen el estado real de las instalaciones, representando toda la aparamenta existente e identificando cada uno de los elementos presentes

Aspectos cualitativos

En los planos se detallará la situación exacta de cada uno de los elementos de la instalación, tanto el etiquetado de dichos elementos como el de todos los cables y canalizaciones relacionados.

Se realizará para cada cuadro de control, planos unifilares, multifilares y constructivos donde se pueda comprobar la distribución de los elementos dentro del armario, y la interconexión de elementos en los cuadros y entre cuadros distintos (por ejemplo, cuadros de control con CCM).

Se especificará el etiquetado de cada uno de ellos, de modo que se pueda saber qué bornas han sido empleadas y en qué servicios. Esta información se debe suministrar mediante las correspondientes etiquetas y referencias sobre el esquema de equipamiento del cuadro.

La información sobre el cableado se dará por medio de esquemas que indiquen la interconexión entre equipos. Se diferenciará el tipo de cable por el grosor, tipo de línea, color de la representación, o mediante una etiqueta en cada cable.

Se pondrá especial atención en el trazado y distinción de las canalizaciones principales (bandejas, tubos, etc.), así como en los puntos por los que se accede de una dependencia a otra (bajadas, calos, etc.). Las canalizaciones se describirán indicando:

- Tipo de canalización (zanja, bandeja, moldura, banco de tubos, galería accesible, galería visitable, colector, etc.) con la sección de tubos correspondiente.
- Material de la canalización (PE, PVC, metálico, etc.).
- Mediciones en metros de cada tramo de canalización.

Esta información podrá darse por medio de una descripción y sobre los planos de planta de los edificios.

Se diferenciará el material o tipo de canalización por el grosor, tipo de línea, color de la representación de la canalización, o mediante una etiqueta en cada tramo de canalización.

Se incluirán planos de verticales con la nomenclatura de los enlaces y cualquier otro detalle necesario para el mantenimiento y explotación correcta de la instalación.

En los casos en que el cableado abarque varios edificios o instalaciones, se suministrará un esquema en el que se detalle las canalizaciones y cables que interconectan los distintos edificios o instalaciones.

Es importante recalcar que debido a que no en todos los casos la documentación existente en la planta referente al control está actualizada, el adjudicatario deberá, como una de sus tareas, elaborar o actualizar toda la documentación para que la planta disponga de un juego completo de documentación actualizado de la planta.

Además, cada armario eléctrico o cuadro de control instalado o reformado en planta deberá disponer de una copia impresa o digital de los esquemas multifilares en el correspondiente portaplanos del propio cuadro.

De forma general, la entrega de documentación final, por instalación, comprende los siguientes apartados:

- **Manuales de configuración y operación de los equipos electrónicos instalados:** Típicamente esta documentación será la procedente del propio fabricante. El adjudicatario deberá proporcionar además documentos que recojan los valores parametrizados durante la puesta en marcha en cada uno de los equipos instalados, de forma que se facilite el posterior mantenimiento de la instalación por el personal de explotación de la planta.
- **Código fuente:** De las aplicaciones, tanto programas de PLC, HMI, SCADA así como todos los ficheros de configuración en la parametrización de otros elementos como analizadores de redes, *switches*, *routers*, electrónica de potencia, entre otros.
 - Copia en soporte digital de configuración de los PLC.
 - Copia en soporte digital de configuración del Servidor SCADA.
 - Copia en soporte digital de configuración de las estaciones cliente.
 - Licencias perpetuas de todo el software utilizado: licencias *RunTime* y de desarrollo.

- Copia en soporte digital con el código de PLC y SCADA.
- **Manual de operador de HMI y SCADA:** Documento que describa todos los detalles de la operación de los interfaces. En dicho manual de operador se indicarán todos los parámetros de configuración y opciones existentes en todas las pantallas que se desarrollen.
 - Manuales de operación hardware
 - Manual de operación Software (manual explicativo del funcionamiento completo del sistema SCADA, con todas las pantallas y procedimientos).
 - Dibujos de los sinópticos de pantalla para aprobación (fase inicial) y finales.
- **Documentos de pruebas FAT y SAT:** Debidamente cumplimentados con los resultados de las pruebas realizadas. Procedimientos de pruebas en fábrica – FAT SW y HW. Procedimiento de pruebas en obra (SAT).
- **Documentos de Proyecto.**
 - Plan de Calidad.
 - Plan de Ejecución del Proyecto.
 - Especificación de Diseño Funcional de Hardware.
 - Especificación de Diseño Funcional de Software.
- **Esquemas.**
 - **Eléctricos:** detallados en formato Autocad o EPLAN. Diagrama unifilar del sistema de control, supervisión y comunicación. Dibujos de bancadas y armarios.
 - **De red y comunicaciones industriales:** detallados en formato Autocad o EPLAN.
 - **De fibra óptica y repartidores:** diagramas de bloque de fibra óptica detallando el origen y destino de las mismas, detallando todas las conexiones.
- **Listado de activos.**
 - Listados de materiales de armarios y Sistemas informáticos.
 - Listado de señales.
 - Listado de alarmas y protocolo de actuación.
 - Se incluirán fotografías en soporte electrónico de los puntos más relevantes de la instalación.

En todos los casos la documentación será entregada en formato digital fuente. Excepto para el caso de la documentación de terceros, los planos con sus fuentes en ficheros DWG, y los documentos de texto en formato Word y en idioma español. También se admiten ficheros en formatos típicos de Office (hojas de cálculo en Excel, Visio o Powerpoint). El código fuente será entregado con los programas

correspondientes en el entorno de programación utilizado. Además, excepto en el caso del código fuente y los documentos resultantes de las pruebas, la documentación será entregada en formato digital, CD o memoria USB con toda la documentación en formato editable, 1 copia en papel de los planos finales y 2 copias en papel del manual de usuario específico para cada instalación.

- 16) **Jornadas técnicas:** Una vez finalizada la implantación del nuevo sistema de control en cada una de las plantas, el adjudicatario deberá impartir una *jornada técnica de aceptación de la instalación*, para mostrar el diseño, las características principales del sistema y la operación del mismo a los operadores de cada planta. Se prevé al menos tres jornadas técnicas para cada una de las plantas, a razón de 4 horas por jornada técnica. Se podrán agrupar exposiciones de varias instalaciones en la misma jornada técnica previa aceptación con Canal de Isabel II, S.A., M.P. En la formación se describirá el diseño y las características del sistema implantado y se explicará el funcionamiento de todas y cada una de las pantallas desarrolladas en el SCADA y los HMI, así como los parámetros de configuración del proceso. Además, se explicarán las características de pantallas como tendencias, alarmas, informes, seguridad de usuarios, entre otras.

Puntualmente, a indicación de los responsables de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., se organizarán *jornadas técnicas de conceptos de ingeniería*, donde se explicarán los conceptos fundamentales del Proyecto, impartidas por el adjudicatario. Los conocimientos adquiridos tanto en la realización de la ingeniería como los programas de PLC y SCADA han de ser transmitidos al personal del Área de Automatización de Canal de Isabel II, S.A., M.P. Como mínimo se explicarán los siguientes apartados:

- Formación general sobre el sistema de control: Arquitectura general y elementos hardware.
- Operación y Mantenimiento: Modos de operación de los procesos industriales.
- Principios de mantenimiento.
- Conceptos básicos de programación de PLC y software SCADA.
- Explicación intensiva del programa de PLC y de SCADA.
- El plazo máximo de la entrega de documentación y jornadas técnicas será catorce (14) días naturales desde la recepción de la instalación.

- 17) **Plan de seguridad y salud:** El adjudicatario deberá realizar un plan de seguridad y salud para los trabajos indicados en el presente pliego.

Previamente a la elaboración se realizará una reunión de coordinación de actividades empresariales donde se procederá al intercambio de documentación de prevención de riesgos laborales y se informará de los riesgos detectados para las actividades objeto del contrato.

El adjudicatario deberá entregar el plan de seguridad y salud al representante definido por Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., debidamente cumplimentado y aprobado por la autoridad laboral competente

antes del inicio de cualquier instalación. Será su obligación mantener actualizada y enviar la documentación reglamentaria al representante definido por Canal de Isabel II, S.A., M.P.

Para cada instalación, en cumplimiento de la legislación vigente, se incluirá el conjunto de medidas técnicas y legales necesarias para eliminar los riesgos a los que se puede ver sometida la salud y seguridad de las personas en el desempeño de su trabajo durante la ejecución de la obra en los emplazamientos objeto del presente pliego de licitación, tales como estudio de riesgos en la obra, normas de seguridad y salud aplicables a la obra, uso de los elementos de protección individual necesarios, medidas de protección colectiva, elaboración de plan de seguridad, etc.

- 18) **Garantía y mantenimiento:** La garantía de las instalaciones ejecutadas por el adjudicatario se establecerá en un mínimo de un año, con posibilidad de ampliación del plazo. Durante este periodo el adjudicatario se responsabiliza de subsanar sin compensación económica alguna, cualquier tipo de deficiencia, carencia o vicio oculto encontrado. En el caso de los equipos y materiales utilizados será la indicada por el fabricante, aunque en ningún caso será inferior a ese mismo periodo.

Si antes de finalizar el periodo de garantía, alguno de los elementos suministrados fallara de forma significativa por causas ajenas a la propiedad, se podrá requerir al adjudicatario para la sustitución o reparación de dicho elemento por otro u otros en condiciones análogas.

Las actuaciones serán llevadas a cabo por el adjudicatario observando las instrucciones que se indican.

Tras el periodo de garantía, el adjudicatario también se encargará del mantenimiento correctivo y preventivo de las instalaciones automatizadas en el contrato, con partida presupuestaria independiente para tal fin.

- **Mantenimiento preventivo:** El adjudicatario visitará la instalación, al menos una vez, tras la validación, puesta en marcha y recepción de la instalación automatizada, para revisar el correcto funcionamiento de todos los activos y señales. Esta visita se realizará como mínimo pasados 4 meses. El adjudicatario presentará un informe de estado y subsanará todas las anomalías que encuentre.
- **Mantenimiento correctivo:** Debido a la complejidad de las instalaciones objeto del presente contrato, así como su criticidad e incidencia sobre el ciclo del agua, el adjudicatario durante el periodo del contrato realizará una asistencia técnica y mantenimiento correctivo de las instalaciones automatizadas en el contrato, resolviendo y subsanando las incidencias que se les notifiquen. El reporte de la información se realizará por los medios que Canal de Isabel II, S.A., M.P. establezca. El tiempo de inspección desde la solicitud será como máximo de 24 horas para incidencias normales y de 6 horas para incidencias urgentes. El tiempo de reparación desde la inspección será como máximo de 5 días para incidencias normales y de 24 horas para incidencias urgentes. Se establecerán penalizaciones y bonificaciones. Atención telefónica 24 x 7.

2.1 CRONOGRAMA DE FASES

A continuación, aparece una tabla con el cronograma de las fases enumerando los mínimos hitos de la planificación por planta:

N.º	FASE	DISPARADOR INICIAL	ENTREGA FINAL
1	Replanteo de la instalación	Solicitud al Adjudicatario de visita de replanteo	Entrega informe visita de replanteo
2	Planificación	Entrega informe visita de replanteo	Entrega de informe de planificación
3	Elaboración de ingeniería de detalle	Entrega informe visita de replanteo	Entrega de ingeniería de detalle
4	Suministro de material	Aprobación de ingeniería	Ejecución de la instalación (HW)
5	Fabricación		
6	Preparación de instalación		
7	Instalación		
8	Programación autómatas de proceso y sistemas de supervisión	Aprobación de ingeniería	Validación pruebas SAT y FAT de la programación
9	Pruebas y simulación		
10	Integración Telecontrol	Validación pruebas SAT y FAT	Recepción con Canal de Isabel II, S.A., M.P.
11	Puesta en servicio		
12	Recepción Telecontrol		
13	Digitalización	Recepción con Canal de Isabel II, S.A., M.P.	Implantación tecnologías digitales validadas
14	Documentación	Recepción Canal de Isabel II, S.A., M.P.	Informe final, documentación digital y jornada técnica
15	Jornadas técnicas		
16	Seguridad y Salud		
17	Mantenimiento preventivo	Informe final y jornada técnica	Mantenimiento preventivo
	Mantenimiento (inspección)	Notificación de avería	Inspección de avería
	Mantenimiento (reparación)	Inspección de avería	Subsanación de avería

3. GESTIÓN, DIRECCIÓN Y RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO

3.1 RELACIONES CON CANAL DE ISABEL II, S.A., M.P.

Durante el periodo de ejecución del proyecto, se celebrarán reuniones de seguimiento con una periodicidad mínima de un mes entre ellas. Además, el adjudicatario deberá asistir obligatoriamente a cualquier reunión para la que se le requiera, bien en las oficinas de Canal de Isabel II, S.A., M.P. o en cualquiera de las plantas objeto del contrato.

El adjudicatario deberá informar puntualmente de la fase en la que se encuentra el proyecto y su estado, con los medios y vías establecidos por Canal de Isabel II, S.A., M.P.

El adjudicatario designará a un representante como **Jefe del Proyecto**, que deberá contar con la titulación y experiencia exigida como mínimo en el apartado 5.2.1 del Anexo I del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP). En caso de que el adjudicatario designara un representante diferente al ofertado para el cumplimiento del apartado 5 del Anexo I del PCAP, dicha designación deberá ser comunicada por escrito a Canal de Isabel II, S.A., M.P. resultando preceptiva la explícita aceptación.

El adjudicatario deberá utilizar para la gestión de los trabajos asignados los programas de gestión que Canal de Isabel II, S.A., M.P. determine en cada momento. Para ello, deberá disponer, a cargo del adjudicatario, de cuantos terminales portátiles / tablet compatibles con las aplicaciones de Canal de Isabel II, S.A., M.P. sean necesarios, así como de las líneas de comunicaciones adecuadas para su conexión a los sistemas de información de Canal de Isabel II, S.A., M.P. Antes de su provisión, Canal de Isabel II, S.A., M.P. deberá homologar los terminales del adjudicatario para el uso de sus aplicaciones.

3.2 RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO

El adjudicatario dedicará a la realización del trabajo contratado una plantilla que cumpla como mínimo con los requisitos establecidos en el apartado 5.2.1 del Anexo I del PCAP, para que la labor comprometida pueda ser realizada de modo satisfactorio y en el plazo establecido.

El adjudicatario deberá conformar un equipo de trabajo que le permita ejecutar las actuaciones contempladas en el alcance del presente pliego en los plazos establecidos en el mismo. La superación de la experiencia mínima requerida será valorada y puntuable en la licitación, según PCAP. El equipo de trabajo deberá estar compuesto al menos los medios humanos detallados en el 5.2.1 del Anexo I del PCAP.

4. INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES

4.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control de una ETAP estará basado en una arquitectura distribuida en tres niveles:

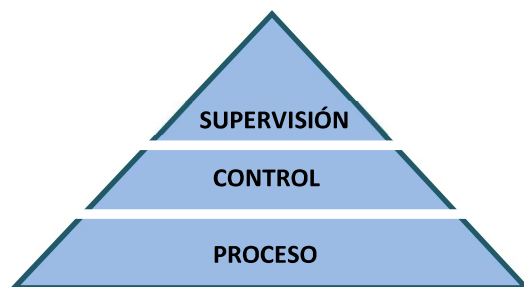


Ilustración 1. Niveles del sistema de control

4.1.1 Nivel de supervisión

Es el nivel superior. Dispondrá de los equipos informáticos necesarios para la monitorización, registro de datos de proceso, operación y diagnóstico de la planta.

Los equipos y herramientas disponibles deberán ofrecer al operador una gestión fluida y sencilla, permitiendo al mismo tiempo, explotar toda la capacidad del sistema.

En esta capa residen los Servidores y Clientes del Sistema de Supervisión y Adquisición de Datos SCADA, así como los equipos de visualización, herramientas de informes, concentrador de datos y estación de ingeniería, típicamente emplazados en la Sala de Control.

4.1.2 Nivel de Control

El segundo nivel comprende el control automático a través del procesamiento de señales y la ejecución de secuencias de proceso. Este nivel está constituido principalmente por los PLCs ubicados en las diferentes salas de CCM. El PLC trabajará como elemento principal en las tareas de control, albergando algoritmos y lógicas de control que permitan el funcionamiento automático de la instalación. En este mismo nivel se ubican los paneles de operador HMI que permiten operar y supervisar el proceso.

La arquitectura de este nivel es crítica para el funcionamiento de la instalación, por lo que se deberá proporcionar la máxima disponibilidad del sistema, mediante la inclusión de hardware de altas prestaciones y diseño de topologías de comunicación de alta disponibilidad.

La comunicación entre el nivel de control y el nivel de supervisión se realizará mediante un anillo de fibra óptica Ethernet Industrial, que agrupe los PLCs asociados a cada CCM.

4.1.3 Nivel de proceso o dispositivo

En este nivel se agrupan los instrumentos o dispositivos que captan la información de campo. Es el nivel inferior, donde se puede encontrar el hardware necesario para recoger las señales de E/S provenientes de

válvulas, sensores digitales, instrumentación analógica, equipos motorizados de diferente tipología, y, en definitiva, cualquier equipo de proceso.

La prioridad de integración de los dispositivos de campo será siempre a través de comunicación Profinet o Ethernet/IP. En el caso de que los dispositivos no se puedan comunicar por ninguna de estas redes, éstos se conectarán vía señales analógicas 4...20mA u otros buses de campo designados por el personal técnico de Canal de Isabel II, S.A., M.P.

La definición tecnológica de proceso, adquisición, automatización y transmisión de datos de cada instalación será responsabilidad de Canal de Isabel II, S.A., M.P. La empresa adjudicataria será responsable del diseño e implantación de la programación del sistema de automatización, siguiendo el estándar de programación de Canal de Isabel II, S.A, adaptando las intervenciones a las necesidades de explotación de cada instalación.

El funcionamiento de estas instalaciones debe ser ininterrumpido y autónomo. Para realizarlo cuenta con una serie de equipos mecánicos, eléctricos y de instrumentación, controlados por un autómatas, que a su vez transmitirá toda la información al Centro de Control (CDC).

Las instalaciones se integrarán en el Sistema de Telecontrol y Telemando de Canal de Isabel II, S.A utilizando los puntos de acceso a la red troncal, asignados allí donde sea posible, y vía GPRS, donde no existan estos accesos.

El diseño propuesto para sistema de Telecontrol de Canal de Isabel II, S.A., M.P. estará basado en tres pilares fundamentales: sistema robusto, fiable y flexible. Como premisa general al sistema todos los equipos que se instalen han de tener una fiabilidad contrastada en el mercado y un periodo de vigencia en el mercado nunca inferior a 10 años. Todos los equipos han de ser preferentemente comunicables, de altas prestaciones y con diagnóstico ampliado en todas sus versiones.

Los puntos de acceso son interfaces Ethernet asignados a la VLAN de telecontrol o a un módem que soporte tecnología inalámbrica de última generación (4G, Lpower, wifi, etc.), implementándose con mensajería de telecontrol SINAUT, protocolo actual de Telecontrol de Canal de Isabel II, S.A., M.P. Las instalaciones se realizarán, en todo momento, siguiendo las indicaciones del personal técnico de Canal de Isabel II, S.A., M.P.

Estos criterios establecen unas arquitecturas de control tipo definidas que tratan de distribuir la inteligencia del sistema de control en diferentes autómatas o periferias conectados entre sí a través de una red de planta. Los elementos involucrados en el control son los siguientes:

- **PLC locales (subprocesos):** Integran las señales y ejecutan las lógicas del proceso local o subproceso al que se encuentra asociado, sirviendo por tanto de frontera entre el proceso y el operador. Excepto aquellas órdenes que se den en modo local desde campo, todas las que se envíen a los subprocesos

pasan a través de estos PLC. Además, almacenan las consignas y los parámetros de funcionamiento de dicho subproceso. Los PLC locales pueden interrelacionarse entre sí a través de la red de planta.

- **HMI locales (subprocesos):** Éstos son los interfaces de operador local que permiten la monitorización local de los subprocesos y su parametrización. Las mismas operaciones se pueden realizar desde el SCADA de planta, típicamente ubicado en la sala de control, aunque en lo referente a la prelación de mando, un HMI siempre tendrá más prioridad que el SCADA por la cercanía física al subproceso que monitoriza y comanda. Además, un fallo en algún lugar de la instalación que afecte a la red de comunicaciones en general no afectará a la comunicación de este HMI con el PLC asociado en el subproceso correspondiente. Los HMI podrán permitir la visualización de todos los procesos de la planta, aunque solo podrá operarse el proceso controlado directamente por el PLC al que dicho HMI este asociado.
- **Servidores:** Junto con los PC cliente forman el sistema SCADA de la planta y sirven a éstos los datos para la monitorización remota (en planta) del proceso. Para ello se encargan de recoger la información de proceso de los PLC locales y almacenar la información histórica que permite mostrar en los PC clientes tanto los informes como las tendencias o gráficas de las diferentes magnitudes medidas. La arquitectura tipo puede disponer desde servidores redundados hasta un único servidor que hace estas funciones, o incluso que haga tanto la función de servidor como cliente de monitorización.
- **PC clientes:** Conectados al servidor o servidores se dispone de los PC cliente, que son el interfaz de monitorización del proceso en la sala de control. Desde este PC es posible monitorizar los procesos de toda la planta, observar alarmas, tendencias, informes, monitorizar la red de comunicaciones, así como parametrizar el funcionamiento de los diferentes subprocesos y emitir órdenes de funcionamiento a equipos o subsistemas. Contarán con la posibilidad de conectar un videowall que permita observar el proceso en toda la sala de control.
- **PLC concentrador y/o dispositivos involucrados en el telecontrol:** Para llevar a cabo la comunicación entre la planta y el CDC, en los casos en los que sea necesario, se dispone de un PLC que concentra las señales provenientes del proceso y las transmite por la red corporativa de Canal de Isabel II (normalmente a través de una VLAN de telecontrol dedicada) hasta los dos centros de control de los que se dispone, en Madrid y Majadahonda respectivamente. Esto permite llevar a cabo una gestión remota de las instalaciones y un telecontrol, sobre todo en los momentos en los que la planta no dispone de personal permanente.

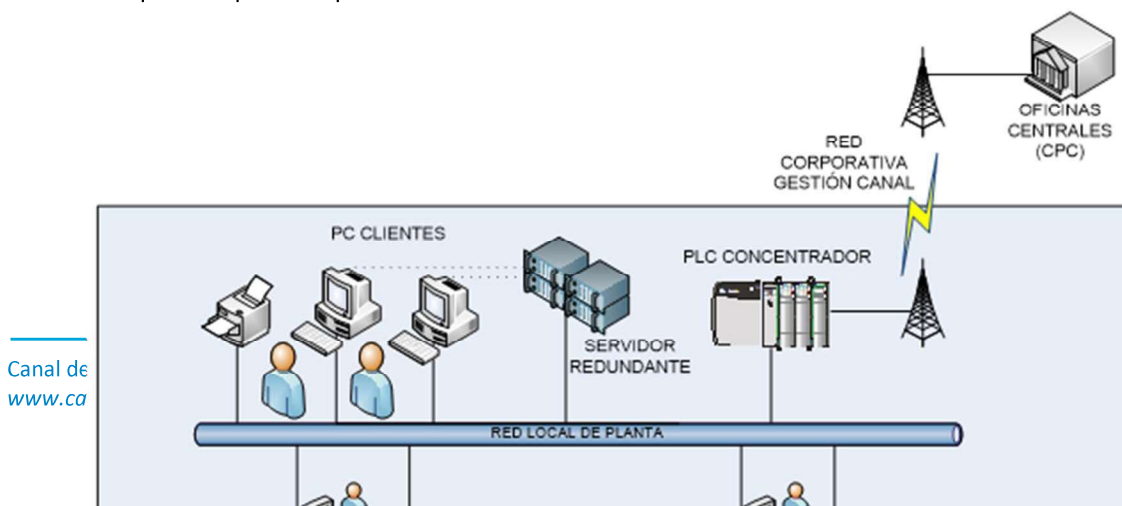


Ilustración 2. Sistema de control y comunicaciones

Mediante la actualización recogida en el presente proyecto se pretende acondicionar las plantas para asegurar un funcionamiento en modo automático, aunque se establecerán modos alternativos de funcionamiento degradados manual desde el SCADA y manual simple, desde botoneras situadas a pie de máquina (normalmente denominado local). En función de ello se definen de forma concreta los siguientes modos de funcionamiento:

- **Funcionamiento remoto automático:** Se define este modo de funcionamiento como aquel en el que es el PLC, mediante sus lógicas programadas, el que lleva el control de los equipos involucrados. Aunque el PLC pueda ser autónomo en este funcionamiento, desde los interfaces de operador (HMI y/o SCADA) se podrá observar el comportamiento del sistema, así como parametrizarlo para ajustar su respuesta.
- **Funcionamiento remoto manual:** Se define este modo de funcionamiento como aquel en el que el PLC gobierna los equipos involucrados, pero recibiendo órdenes desde alguno de los interfaces de operador, ya sea el HMI local asociado o el SCADA existente en la sala de control de la planta. En este caso y ya que las órdenes se siguen dando a los equipos desde el PLC local, se respetan los enclavamientos tanto lógicos como físicos que se hayan definido, pero se ignoran las lógicas de proceso de funcionamiento automático.
- **Funcionamiento local:** Se define este modo de funcionamiento como aquel que es efectuado por el personal de explotación de planta accionando los dispositivos existentes a pie de máquina, normalmente mediante botoneras de marcha-paro. En este caso las órdenes a los equipos son proporcionadas a los mismos directamente mediante los accionamientos eléctricos correspondientes, respetándose únicamente aquellos enclavamientos cableados (no así los lógicos existentes en los PLC). En cualquier caso, el estado de funcionamiento de los equipos y las

estadísticas correspondientes se recogen en el PLC y se transmiten al sistema de supervisión para visualización y almacenamiento remoto.

La forma de conmutar entre los distintos modos de funcionamiento es la que se indica a continuación:

- **Conmutación local-remoto:** Se lleva a cabo para cada equipo a través de un selector ubicado normalmente a pie de máquina (en ocasiones también en el cuadro de control o en el CCM desde el que se suministra alimentación al equipo). En general el mismo selector sirve para establecer el modo y además para arrancar y detener el equipo en modo local, ya que el selector dispone de tres posiciones: local (arranque en modo local), 0 (paro en modo local) y remoto (funcionamiento remoto). Es habitual también observar la denominación Manual-0-PLC o Manual-0-Automático, que no conviene confundir con el modo de funcionamiento manual o automático que se puede establecer en modo remoto.

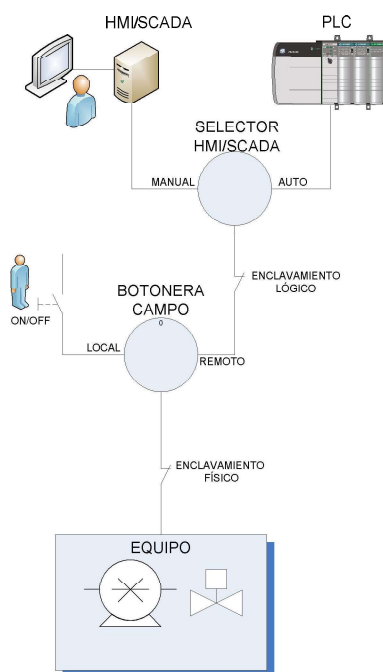


Ilustración 3 – Esquema de Prelación de Mando

- **Conmutación manual-automático:** Estos modos se definen una vez el equipo se encuentra en modo remoto. La selección se lleva a cabo desde el HMI o SCADA por medio de un selector, que normalmente se encuentra en la pantalla de diálogo del equipo.



Ilustración 4. Ejemplo de pantalla para diálogo del motor y selector manual-automático

4.2 DESCRIPCIÓN Y CRITERIOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES

Con el objetivo de renovar y mejorar la automatización de diversas plantas, se acometerá el desarrollo de un nuevo proyecto que es objeto del alcance definido por la presente licitación. Las actuaciones incluidas se realizarán en un nuevo conjunto de plantas y serán ejecutadas de acuerdo con las directrices marcadas con objeto de racionalizar y homogeneizar los ámbitos anteriormente expuestos y favorecer la operación automática de los procesos involucrados y su supervisión y control remotos, haciendo uso de nuevas tecnologías y conceptos de digitalización que aporten un valor añadido y contribuyan a la transformación digital de Canal de Isabel II.

Las actuaciones descritas en este documento tienen un carácter informativo donde se establece el alcance o dimensiones de este proyecto, y que serán complementadas con los replanteos iniciales previstos en la fase preliminar de la ejecución.

Las instalaciones en las que se llevarán a cabo actuaciones son las siguientes:

- **ETAP SANTILLANA**
- **ETAP ACEÑA**
- **ETAP PINILLA**
- **ETAP GRIÑÓN**
- **ETAP PELAYOS DE LA PRESA**

- ETAP VALMAYOR
- ETAP LA JAROSA
- ETAP COLMENAR
- ETAP ROZAS DE PUERTO REAL

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas define, por tanto, las actuaciones generales que se desarrollarán en las instalaciones anteriormente enumeradas, pudiéndose añadir siempre alguna instalación más según necesidades de Canal de Isabel II.

4.3 ACTUACIONES A DESARROLLAR

Las actuaciones para desarrollar de forma general en cada instalación son las siguientes:

- Ingeniería de detalle
- Desarrollo y puesta en servicio
- Instalaciones eléctricas
- Instalaciones de control
- Trabajos de reforma y medios auxiliares

4.3.1 INGENIERÍA DE DETALLE

Previamente a la fabricación o reforma de cualquier armario eléctrico o cuadro de control, el adjudicatario deberá elaborar la ingeniería de detalle previa que debe ser aprobada por Canal de Isabel II antes de proceder a la fase de ejecución de dichos trabajos. En concreto, el alcance de dicha ingeniería previa es el siguiente:

- **Documentación Previa:** En aquellas plantas que no dispongan de una documentación actualizada en sus sistemas eléctricos debido a los cambios que haya podido sufrir la planta desde su puesta en servicio, deberá generarse previo a la ejecución de los trabajos una documentación real y actualizada del estado de la planta. En concreto, el alcance de dicha ingeniería previa es el siguiente:
 - Esquemas multifilares de todos los armarios eléctricos de planta que reflejen el estado real de las instalaciones, representando toda la aparamenta existente e identificando cada uno de los elementos presentes: protecciones, elementos de mando, relés, borneros, mangueras, lámparas, etc.
 - Una vez finalizados los trabajos objeto del presente pliego, la documentación previa elaborada deberá quedar referenciada según el criterio utilizado en el nuevo sistema de control, es decir, códigos de equipos, mangueras de señales, borneros de llegada a nuevos cuadros de control, nuevos interfaces y tarjetas de señales de PLC, etc.

- No será necesario actualizar aquellos elementos que vayan a ser modificados durante la ejecución de los trabajos objeto del presente pliego, cuya documentación corresponde a la ingeniería de detalle a elaborar por el adjudicatario previo a la ejecución.

4.3.2 DESARROLLO Y PUESTA EN SERVICIO

El desarrollo de las aplicaciones SW será implementado por el adjudicatario de acuerdo con el estándar de programación desarrollado por Canal de Isabel II. Según dicho estándar y con objeto de fijar una estructura de programación común a todas las plantas y reconocer e interpretar de forma intuitiva los programas, se propone una lógica de programación basada en bloques/objetos, donde internamente se utiliza una lógica común para toda la programación.

Se establecerá unas rutinas predefinidas y generales que, mediante configuración y adaptación de sus entradas y salidas, sirvan para controlar el proceso de una forma única y común para todas las plantas.

Antes de la puesta en servicio del SW, todas las lógicas de funcionamiento deberán ser simuladas con la supervisión de personal de Canal de Isabel II, verificando el funcionamiento correcto de todas las secuencias bajo condiciones de proceso, además de los correspondientes modos de fallo de cada una de las secuencias.

4.3.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En este aspecto, las actuaciones a realizar son las siguientes:

Monitorización de consumos eléctricos

El consumo eléctrico de la planta debe ser monitorizado con objeto de analizar el consumo de esta. Para ello se propone la instalación de analizadores de redes eléctricas (AR) en los CGD y CCMs tanto nuevos como existentes, y la integración en el PLC del CCM correspondiente para su posterior monitorización.

Cuadros generales de distribución (CGD)

En el caso de que se proceda a la sustitución del CGD serán de tipo modular conteniendo en su interior todas las protecciones definidas en la ingeniería de detalle desarrollada por el adjudicatario y aprobada por Canal de Isabel II y las características técnicas quedan detalladas en el **Anexo de Especificaciones Técnicas**.

Adicionalmente, se contemplarán en el presupuesto las unidades de obra correspondientes al desmontaje de los cuadros de distribución existentes, así como el montaje y conexionado de los nuevos armarios tal y como se incluye en el **Anexo de Partidas Presupuestarias**.

El adjudicatario deberá incluir cualquier medio auxiliar necesario para mantener en servicio un número mínimo de equipos en planta durante la sustitución de los armarios eléctricos tales como grupos electrógenos o armarios auxiliares de forma que no se afecte a la operación habitual de la planta, etc. Debe tenerse en cuenta que las

plantas tienen varias líneas de agua que funcionan en paralelo y que al menos debe garantizarse el funcionamiento continuo de alguna de ellas, a excepción de cortes de servicio puntuales que sean necesarios.

La programación de dichos cortes de servicio se determinará en función de las consignas de los responsables de planta y se definirá en la fase de ejecución.

Siempre que vaya a realizarse un corte de tensión en la planta, el adjudicatario deberá elaborar un documento previo, que debe ser aprobado por Canal de Isabel II, que refleje la secuencia de operaciones a ejecutar y describa los medios auxiliares necesarios para minimizar en lo posible el tiempo de corte, así como garantizar el suministro eléctrico de la planta en caso de incidencia.

Centros de control de motores (CCM)

En el caso de que se proceda a la sustitución de alguno o todos los CCM de la planta serán de tipo modular de cubículos extraíbles, estos tendrán las características técnicas que se definen en el **Anexo de Especificaciones Técnicas** y dicho armario estará equipado con todas las protecciones definidas en la ingeniería de detalle desarrollada por el adjudicatario y aprobada por Canal de Isabel II.

Adicionalmente, se contemplarán en el presupuesto las unidades de obra correspondientes al desmontaje de los centros de control de motores existentes, así como el montaje y conexionado de los nuevos armarios tal y como se incluye en el **Anexo de Partidas Presupuestarias**.

Del mismo modo que en el punto anterior, el adjudicatario deberá incluir cualquier medio auxiliar necesario para mantener en servicio un número mínimo de equipos en planta durante la sustitución del CCM.

Reforma de cubículos de centros de control de motores

La reforma de cubículos consistirá en la completa sustitución de toda la aparamenta eléctrica, así como la ejecución de un nuevo cableado interno, siguiendo la ingeniería de detalle desarrollada por el adjudicatario y aprobada por Canal de Isabel II. Con el objetivo de facilitar el mantenimiento, la aparamenta eléctrica deberá ser del mismo fabricante que la existente en el resto de los CCMs de la planta según se recogen en el **Anexo de Especificaciones Técnicas** y adicionalmente, se contemplarán en el presupuesto las unidades de obra correspondientes a la reforma de cubículos de los centros de control de motores existentes, así como el montaje y conexionado de los nuevos tal y como se incluye en el **Anexo de Partidas Presupuestarias**.

Armarios de electrónica de potencia

Como norma general los equipos de electrónica de potencia irán montados en envoltorio independiente de las mismas características del Centro de Control de Motores asociado y estará destinado a albergar los accionamientos electrónicos para motores, variadores de frecuencia, arrancadores estáticos, así como sus

correspondientes filtros antiarmónicos, que tuvieran llevar asociados, y equipado con todos los elementos definidos según ingeniería de detalle desarrollada por el adjudicatario y aprobada por Canal de Isabel II.

Se propone la instalación de armario auxiliar que limiten las corrientes durante el proceso de arranque de motores, evitando así puntas elevadas de consumo y obteniéndose un arranque suave de los motores con la consiguiente mejora en el mantenimiento de los equipos. Por otro lado, la instalación de Variadores de Frecuencia está asociada a mejoras en el control del proceso.

Las características técnicas de detalle de todos los componentes y cada uno de los equipos de electrónica de potencia se recogen en el **Anexo de Partidas Presupuestarias y Anexo de Especificaciones Técnicas**.

Cableado y canalizaciones

Se incluyen en las mediciones partidas de cableado y canalizaciones que contemplan las siguientes actuaciones:

- Cableado de señales analógicas entre equipos de instrumentación de campo y cuadros de control en aquellos casos en los que dicho cableado no exista o no sea posible retranquearlo hasta el nuevo cuadro de control.
- Cableado de fuerza entre CCM y equipos de campo en aquellos casos en los que no sea posible retranquearlo hasta el nuevo CCM.
- Cableado de fuerza entre CCM y cuadros de electrónica de potencia.
- Cableado señales de maniobra entre CCM y botoneras de campo en aquellos casos en los que no sea posible retranquearlo hasta el nuevo CCM.

4.3.4 INSTALACIONES DE CONTROL

En el caso de que se proceda a la sustitución de alguno o todos los cuadros de control de la planta, estos tendrán las características técnicas que se definen en el **Anexo de Especificaciones Técnicas**, y dicho armario estará equipado con todas las protecciones y equipamiento definido en la ingeniería de detalle desarrollada por el adjudicatario y aprobada por Canal de Isabel II.

Adicionalmente, se contemplarán en el presupuesto las unidades de obra correspondientes al desmontaje de los cuadros de control existentes, así como el montaje y conexionado de los nuevos cuadros tal y como se incluye en el **Anexo de Partidas Presupuestarias**.

Del mismo modo que en el punto anterior, el adjudicatario deberá incluir cualquier medio auxiliar necesario para mantener en servicio un número mínimo de equipos en planta durante la sustitución del cuadro.

4.3.5 CUADRO COMUNICACIONES Y SCADA

El armario para sistema SCADA y comunicaciones tipo rack de 19" en acero galvanizado con puerta transparente y paneles desmontables, equipado con todos los elementos definidos en la ingeniería de detalle desarrollada por el adjudicatario y aprobada por Canal de Isabel II según lo definido en el **Anexo de Especificaciones Técnicas**.

4.3.6 DIGITALIZACIÓN Y CIBERSEGURIDAD INDUSTRIAL

Conectividad y análisis de datos

Según los requisitos de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., el sistema deberá de enviar los datos requeridos por el Área de Automatización de Canal de Isabel II, S.A., M.P. a la nube para su posterior análisis. El protocolo elegido para ello será MQTT y por tanto el PLC ha de ir dotado de una tarjeta independiente que pueda ser "Publisher" de datos, independiente pero que sea diagnosticable con la misma herramienta que las demás tarjetas del PLC y que pueda ser incluida en el propio proyecto del PLC.

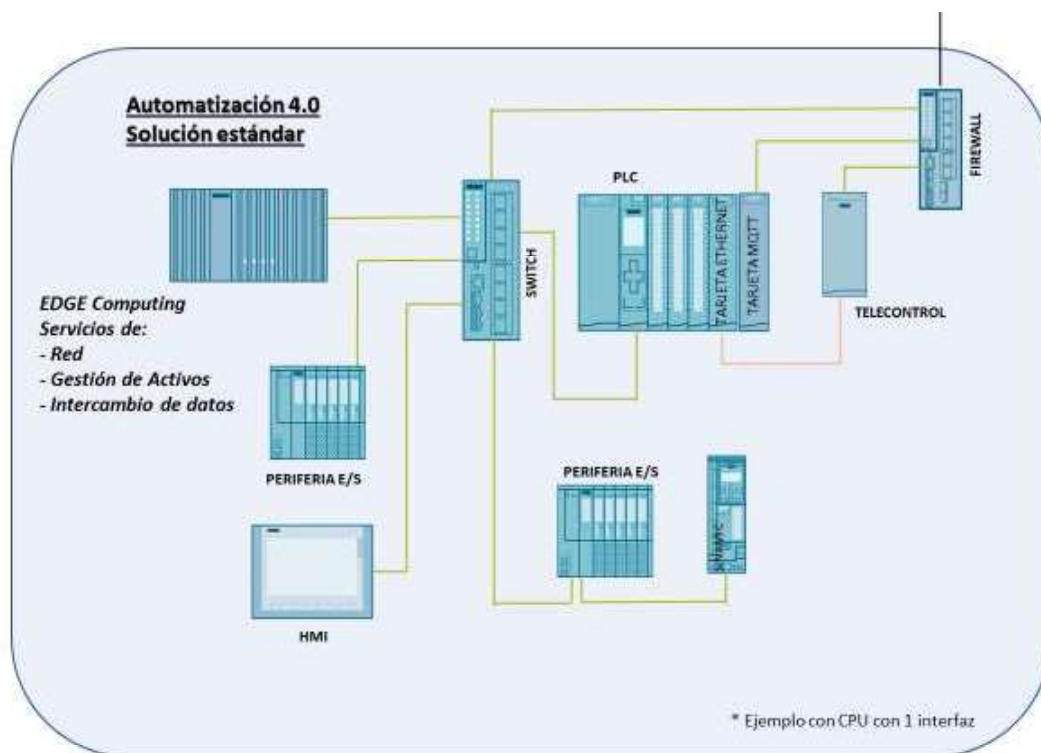


Ilustración 5. Automatización 4.0 CPU con 1 Interfaz

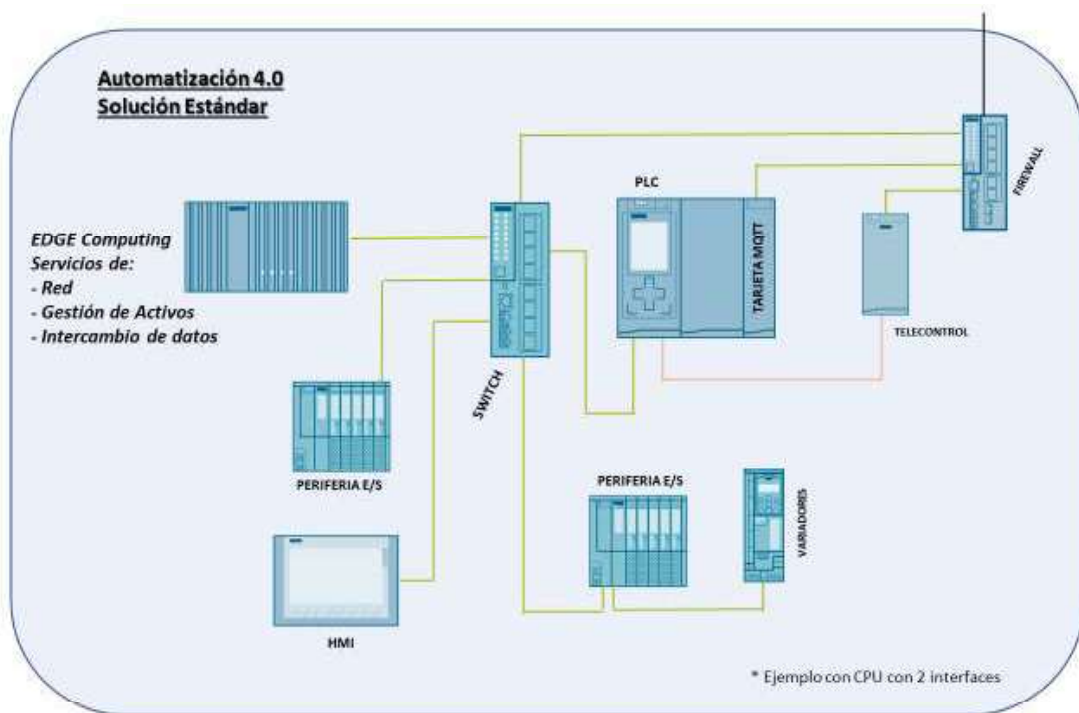


Ilustración 6. Automatización 4.0 CPU con 2 Interfaz

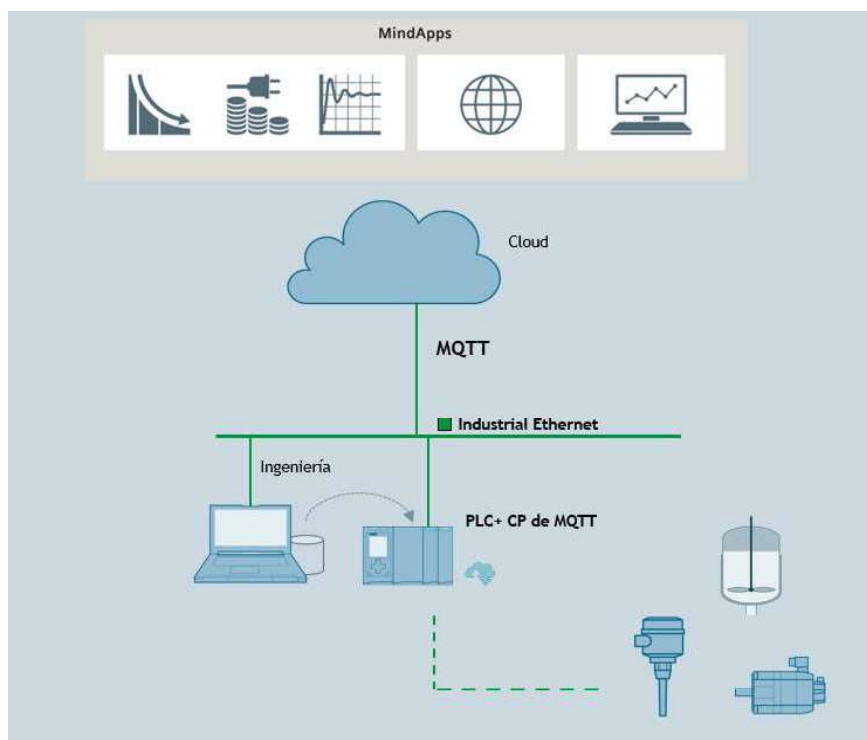


Ilustración 7. Esquema General de conectividad con protocolo MQTT

Para el envío de estos datos se prepara un Bloque de Datos de intercambio y envío según las indicaciones de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., donde se cargarán los valores más importantes de la instalación.

Una vez los datos son enviados la nube se desarrollarán cuadros de mando donde se visualicen y se representen de una manera adecuada los KPI seleccionados por Canal de Isabel II, S.A., M.P. Estos cuadros de mando serán accesibles por el personal de Canal de Isabel II, S.A., M.P. mediante dispositivos móviles y de acuerdo con la normativa y estandarización en Cloud vigente.

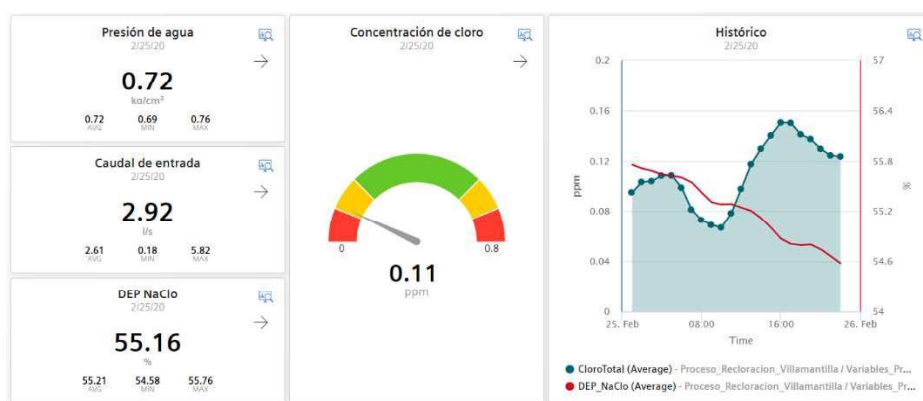


Ilustración 8. Tipos de visualización de los datos obtenidos

Gemelo Digital

Dentro del marco del proyecto se ha de incluir una plataforma de simulación de proceso que ha de permitir simular los equipamientos de proceso, instrumentos, actuadores, el comportamiento de la instalación, así como simular tanto controladores virtuales como reales para evaluar la automatización de la planta, disponer de pruebas FAT/SAT o incluso entrenar a operadores.

La plataforma de simulación ha de permitir utilizar controladores virtuales (PLCSIM Advanced o SIMIT Virtual Controller, o similar, en función del tipo de controlador utilizado), o bien controladores reales conectados vía PROFINET o PROFIBUS. Además, ha de disponer de Interfaces OPC o memoria compartida para permitir la conexión con otros softwares de simulación u otros sistemas externos.

Se han de incluir controladores virtuales para programar el “Gemelo Digital” de la configuración para cada una de las instalaciones. Realimentados por la simulación de la instalación, los controladores software han de permitir testear funcionalidades como: lazos de regulación, enclavamientos, alarmas, secuencias, pantallas de operación, etc.

La plataforma de simulación incluirá librerías de proceso estándar y abiertas que permitan simular el comportamiento de los distintos elementos de la planta mediante modelos simplificados, con el objetivo de permitir una puesta en marcha virtual.

La plataforma de simulación ha de tener al menos los siguientes componentes:

- Paquete de ingeniería del simulador “Gemelo Digital” con las siguientes funcionalidades:
 - Diferentes posibilidades de conectividad entre las distintas unidades: Unidad de Simulación, Controlador Virtual, Simulador de PLC avanzado, OPC, Memoria compartida.
 - Librerías estándar.
 - Scripting, Curvas y Mensajes, Editor de Macros, Gráficos dinámicos 2D, Visor 3D formato VRML.
 - Generación automática del modelo de simulación a nivel de sensores / actuadores mediante ficheros Excel / IEA / importación de CMT.
 - Tiempo virtual y Snapshots.
- Paquete de instalación del software de simulación.
- Mochila USB para la licencia.
- Portador de la licencia de simulador.
- Librerías de agua: Librería de proceso que permite construir modelos de planta mediante esquemas P&ID. Permite simular redes de tuberías con un único estado (líquido o gas) incluyendo presión, temperatura y caudal.
- Simulador de PLCs: Controlador virtual para simular PLC y todas sus funciones. De esta manera no es necesario un controlador real para probar el programa del sistema de control.
- CTE (Editor de Componentes Tipo): Opción que permite crear mediante un lenguaje de alto nivel nuevos componentes de simulación para utilizar en el proyecto. Del mismo modo, permite modificar el código que define el comportamiento de los bloques de la librería de agua para adaptarlos en función de las necesidades del usuario.

Mantenimiento predictivo basado en vibraciones

En el marco del proyecto se incluirá de un sistema para el análisis de vibraciones y otros parámetros para el diagnóstico de condicionamiento del estado de las bombas y de los motores emplazadas en la instalación en la cual sea necesaria esta vigilancia.

Dicho sistema será capaz de anticiparse a problemas como desgaste, fisuras por fatiga, pérdidas de efectividad de sellos y aislantes, así como la eliminación de ruidos que acaban con la operación fiable de los sistemas enumerados.

El principal parámetro a estudiar será la vibración del conjunto, como principal parámetro de diagnóstico.

El equipo a instalar para el análisis será un equipo basado en PLC destinado al análisis descrito anteriormente, modular y que permite el análisis de forma continua, *in situ*, de tal forma que la recogida de los datos se realiza en mismo punto de medida.

El objetivo final del CMS deberá ser la realización de un control en tiempo real en el sistema PLC para el mantenimiento preventivo de los equipos seleccionados en función de los análisis de temperatura/vibraciones en diversos puntos de la máquina.

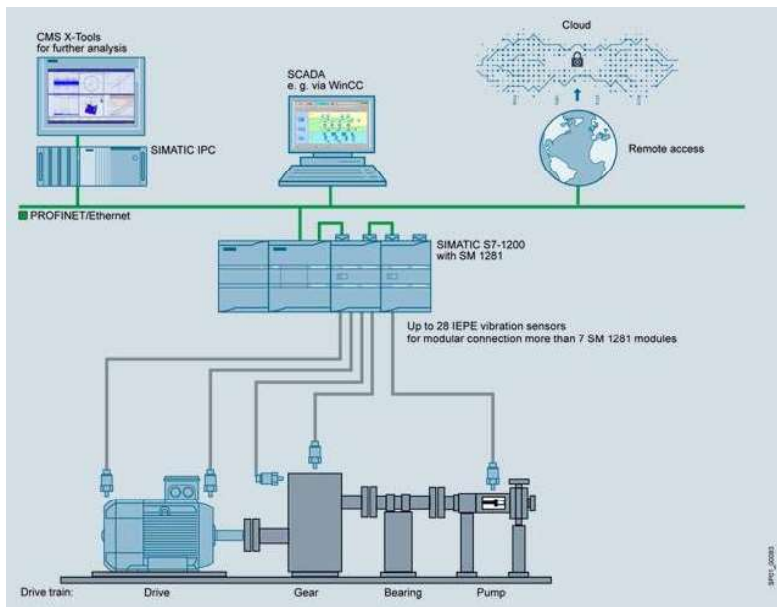


Ilustración 9. Ejemplo de montaje de CMS basado en PLC.

El sistema deberá en términos de vibraciones, realizar el análisis temporal del valor cuadrático medio de la velocidad de la vibración V_{rms} acorde a la norma ISO10816 / EN60034-14 y del valor temporal DKW (norma VDI 3832) para el estudio de rodamientos y engranajes. El valor característico DKW, es un valor temporal que aumenta con el daño observado.

El equipo deberá recoger el histórico tendencial de las temperaturas si las bombas instaladas en la instalación lo permiten.

Para el análisis de vibraciones, el trabajo se realizará en tres fases:

- Una primera fase de obtención de la vibración global del conjunto para determinar a posteriori el estado de la máquina, que se considera normal.
- Una segunda fase de parametrización de niveles de alarmas y fallos para la notificación en caso de problemas o degradación del sistema para llevar a cabo las labores de mantenimiento preventivo.
- Una tercera fase en la que, ya establecidos los umbrales de alarma y disparo, el sistema pasará de forma continua a la monitorización del sistema para inspeccionar si se vulneran las alarmas predefinidas.
- Una cuarta fase en la cual se realizará la interconexión con el PLC mediante la librería CMS para la gestión y análisis remoto de los equipos. Para ello se ha de cablear en cada uno de los CMS las siguientes E/S digitales:
 - Entrada: Activación de la captación remota de vibraciones.

- DO1/DO2/DO3: Salidas de CMS para aviso, fallo o pérdida de funcionamiento.
- Conexión de red TCP/IP abierto con el sistema DCS.

Mantenimiento predictivo basado en señales eléctricas

Las instalaciones que indique Canal de Isabel II, S.A., M.P. deberán incluir una solución de monitorización en continuo y en remoto de motores de diversos procesos industriales. La solución estará basada únicamente en la adquisición de señales eléctricas (tensión y corriente de alimentación al motor eléctrico), aplicable a todas las instalaciones, incluyendo aquellas donde el acceso físico a los motores está limitado (ej. bombas sumergidas o motores en áreas restringidas), en motores de baja y media tensión, con o sin electrónica de potencia acoplada. Bajo estas condiciones, las típicas técnicas de monitorización fundamentadas en análisis de vibraciones o temperatura no pueden ser aplicadas.

- Requisitos de la solución. La solución deberá cumplir obligatoriamente los requisitos que se detallan a continuación.
 - Monitorización online de forma continua, 24x7 de los motores. Detección y evaluación de fallos de forma continua, 24x7, de los equipos.
 - Tecnología no invasiva, sensorización únicamente de variables eléctricas: voltaje y corriente.
 - Alcance del detalle del fallo monitorizado y detectado de forma remota:
 - Problema en la alimentación: Desequilibrio de voltaje, mal funcionamiento de variadores de velocidad y arrancadores suaves, alta distorsión armónica.
 - Estator: Asimetría en el circuito del estator debido al envejecimiento natural de los devanados, cortocircuitos y/o problemas en el circuito de magnetización.
 - Rotor: problemas de rotor, asimetría en el circuito de rotor debido a barras rotas/ anillos de conexión y/o problemas en el circuito magnético, desequilibrio en las resistencias de arranque (en motores de rotor bobinados).
 - Excentricidad / Desalineación: Excentricidad en el rotor, flexión del eje, desalineación del motor/carga, base suelta, tornillería.
 - Problemas de carga: problemas mecánicos en sistemas de poleas/correas, cajas de engranajes, fuertes oscilaciones de carga.
- Proyecto de instalación. El adjudicatario deberá instalar los equipos de adquisición de datos eléctricos, los equipos y medios de comunicación de datos y el software asociado al sistema, según indicaciones de Canal. La instalación puede no ser necesaria por existir ya equipos compatibles o porque la instalación la realice personal de Canal de Isabel II, S.A., M.P.
- Explotación.
 - Poner en marcha el sistema de monitorización para los motores.

- Formar a personal de Canal de Isabel II, S.A., M.P. en el manejo del interfaz de la aplicación web. Entrega de manuales.
 - Detección de incidencias.
 - Atender y solucionar incidencias en la plataforma en un plazo máximo de 1 día hábil (es decir, excluidos sábados, domingos y festivos).
- **Finalización del contrato.** El adjudicatario se compromete como mínimo a realizar:
 - Un informe descriptivo con el sistema instalado, incidencias detectadas y resultados obtenidos.
 - Una presentación en la que se explique el sistema instalado, incidencias detectadas, resultados obtenidos y siguientes escenarios propuestos, escalables a más equipos de Canal de Isabel II, S.A., M.P.
 - Un análisis de eficiencia energética en los equipos instalados.

Ciberseguridad Industrial

Cada una de las instalaciones ha de cumplir los máximos requisitos posibles en cuando a Ciberseguridad Industrial y para ello cada una dispondrá de una “Zona Desmilitarizada” en adelante DMZ. Esta DMZ vendrá delimitada por un Firewall Industrial que será la encargada de: permitir el acceso de Teleasistencia remota desde el Centro de Control para conexiones puntuales del personal de Canal de Isabel II, S.A y establecer unas reglas de acceso que serán definidas por el personal de Canal de Isabel II, S.A., M.P. para controlar/restringir el tráfico entrante a la planta.

En este Firewall se establecerán tres zonas diferenciadas:

- Interna: este nivel estará conectado al nivel de campo, donde se encontrará tanto el PLC de control como todos los equipos comunicables de la planta.
- Externa: única parte de la automatización conectada al Exterior. Sin embargo, no se permitirá que se pueda acceder a la planta desde un servidor externo que no sea autorizado, por lo que aprovecharemos las reglas de firewall para limitar los accesos y servicios permitidos desde fuera.
- DMZ: en esta parte intermedia, se extraerán los datos del PLC de la zona interna y se procesarán, para posteriormente enviarlos al exterior gracias a las diferentes redes de Canal de Isabel II, S.A., M.P. De esta manera, no habrá contacto directo.

En caso de que fuera necesario el adjudicatario realizará una Auditoría en Ciberseguridad Industrial.

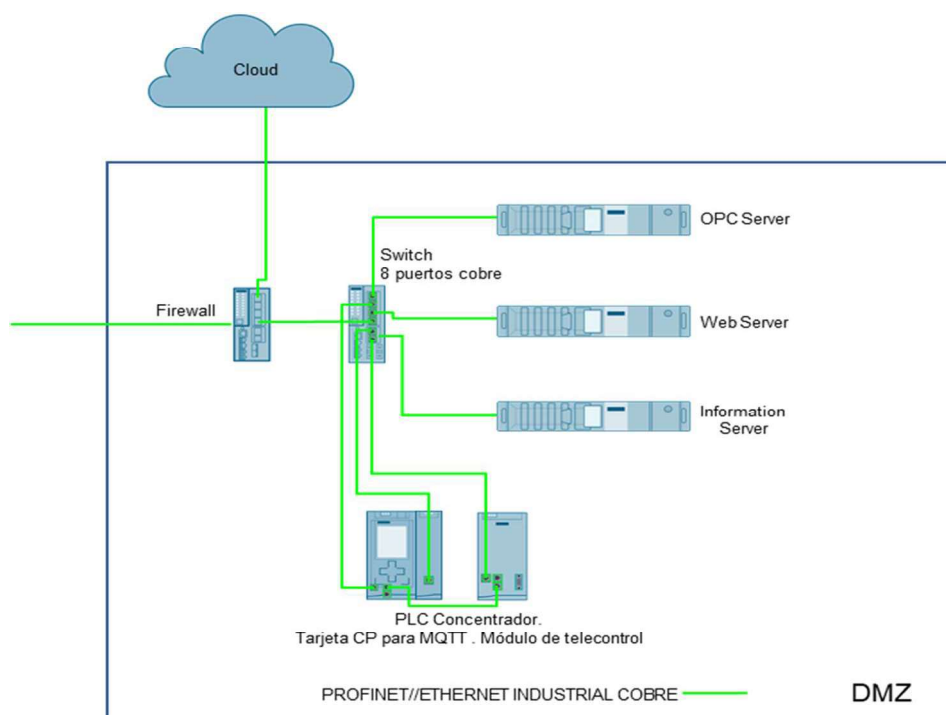


Ilustración 10. Arquitectura DMZ

Además, según los requisitos de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., el acceso remoto desde la sede central a sus instalaciones en las distintas instalaciones debía ser posible, para no tener que desplazarse in situ para monitorizar o modificar ante cualquier incidencia o cambio deseado. Por tanto, contará con la instalación de un cliente del sistema de accesos a planta seguro homologado por Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., que facilita el mantenimiento remoto de forma segura. Cuenta con un servidor, que estará instalado en la sede central de Canal de Isabel II, S.A., M.P., M.P., desde el que se podrá acceder a los distintos dispositivos registrados (clientes) en cada una de las instalaciones.

Para la futura instalación de software de intercambio de datos (OPC Server) o preprocesamiento de señales vía Edge Computing se instalará en el armario, y siempre dentro de la zona DMZ, un PC Industrial sin mantenimiento.

4.3.7 TRABAJOS DE REFORMA Y MEDIOS AUXILIARES

En este apartado se incluyen todos los trabajos complementarios necesarios para la correcta ejecución de la automatización de la planta. Entre otros se incluyen los siguientes trabajos:

4.3.7.1 Trabajos de reforma

- Como norma general se pretende eliminar cuadros locales en campo con automatizaciones locales e integrar el control en el sistema de planta. Para ello es necesario el desmontaje de dichos cuadros locales, retranqueo de líneas de fuerza y mando y/o tendido de nuevas líneas, traslado de equipos de electrónica de potencia a nuevos armarios, etc.

- En aquellos casos en que sea necesario desplazar algún cuadro eléctrico secundario para poder ubicar los nuevos armarios, se procederá a desmontar dicho cuadro, retranquear las líneas e instalarlo en la nueva ubicación.
- En algunos casos se procederá al traslado de equipos de electrónica de potencia existentes en cuadros de planta para alojarlos en los nuevos armarios de electrónica de potencia instalados. Para ello es necesario el desmontaje y acopio de los equipos, montaje en la nueva ubicación, retranqueo de cableado de fuerza y mando, puesta en servicio, etc.
- Suministro y montaje de nuevos selectores M-0-A en campo o sustitución de los deteriorados en planta.
- También se incluyen en este apartado, reformas eléctricas varias tales como sustitución de pequeños disyuntores, suministro de protección diferencial en interruptores de acometida, desmontaje de columnas de CCM existentes, etc.

4.3.7.2 Desmontaje de sinóptico, panelado de sala y acondicionamiento de sala posterior

Se incluirá en todas las plantas, la retirada del sinóptico existente en la sala de control y el posterior cerramiento mediante paneles de pladur y/o madera, así como el acondicionamiento de la sala, incluyéndose la retirada de los automatismos que quedarán fuera de servicio tras la automatización de la planta tales como placas de relés, paneles de selectores o cuadros de PLC del sinóptico.

4.3.7.3 Retirada de cableado control existente

Dependiendo del estado de cada planta, puede existir cableado de control que actualmente está fuera de servicio. Además, las actuaciones a ejecutar objeto del presente pliego implican que en algunos casos el cableado de control existente quedará fuera de servicio tras la ejecución de los trabajos, o directamente suponen la sustitución de cableado existente.

En todos los casos se procederá a la retirada de todo el cableado de control fuera de servicio existente en la planta.

4.3.7.4 Reetiquetado de elementos de toda la planta

Puesto que el sistema de control objeto del presente pliego implica la modificación de los códigos de todos los equipos existentes en la planta, se procederá al reetiquetado de todos los elementos tanto existentes como de nuevo suministro. El alcance de dicha actuación se detalla a continuación:

- Reetiquetado de puertas de los cubículos de todos los CCMs mediante placas serigrafiadas.
- Reetiquetado de botoneras de campo mediante placas serigrafiadas.

- Reetiquetado de mangueras de potencia en origen (motor) y destino (cubículos CCM) mediante etiquetas plásticas y bridas.
- Reetiquetado de mangueras de instrumentación de campo en origen (electrónica) y destino (cuadro de control) mediante etiquetas plásticas y bridas.
- Reetiquetado de mangueras de señales digitales de campo en origen (sensores) y destino (cuadros de control) mediante etiquetas plásticas y bridas.
- Reetiquetado de mangueras de señales de mando y maniobra de motores en origen (cubículos CCM) y destino (cuadros de control) mediante etiquetas plásticas y bridas.

4.3.7.5 Ayudas de albañilería

En este apartado se incluyen los trabajos necesarios de ayudas de albañilería tales como ejecución y/o recrecido de bancadas para nuevos armarios, calos en paramentos existentes, excavación de zanjas, etc.

5. PARTIDAS PRESUPUESTARIAS

Las partidas presupuestarias del presente Pliego Técnico se describen con detalle en el **ANEXO I**.

6. SEGURIDAD Y SALUD

Los riesgos laborales inherentes a las instalaciones objeto del contrato son los habituales en instalaciones industriales, existiendo los siguientes riesgos específicos en las instalaciones de Saneamiento y Depuración:

- Contaminantes químicos (GASES): En condiciones normales de funcionamiento, podemos encontrar pequeños niveles de sulfhídrico o metano en el bombeo, en especial en las zonas de rejillas y pozos de gruesos o bombeo. Será obligatorio el uso de detectores de sulfhídrico (SH₂) portátiles por trabajador.
- Trabajos en el interior de recintos confinados tales como los pozos de gruesos, bombeo o colectores, donde nos podemos encontrar atmósferas potencialmente explosivas debido a los gases (principalmente metano) procedentes de la descomposición de las aguas residuales. Los trabajos en los recintos confinados obligarán a la presencia de recursos preventivos, conforme establece la Ley 54/2003. Entre otras medidas de seguridad, antes de acceder al recinto confinado, se medirá y evaluará la atmósfera interior a diferentes alturas, para lo cual se hará uso de un detector portátil de gases que deberá medir sulfhídrico (SH₂), metano (CH₄) y oxígeno (O₂).
- Contaminantes biológicos: los trabajos en bombeos implican un riesgo de exposición a varias categorías de agentes biológicos (microorganismos, cultivos celulares y endoparásitos humanos), cuando se realicen operaciones en las inmediaciones del pozo de bombeo, pozo de gruesos, rejillas o colectores, dada la presencia de materia orgánica en descomposición y/o fermentación en el agua residual. La exposición

podrá ser por contacto directo por vía parenteral, ocular o dérmica; o por contacto indirecto, por inhalación de aerosoles portadores de agentes patógenos.

El adjudicatario estará obligado a cumplir la reglamentación vigente en materia de Seguridad y Salud en el desempeño de los trabajos. Todos los gastos derivados de la implementación de este apartado estarán incluidos en el precio ofertado.

Canal de Isabel II, S.A centraliza el control de la documentación exigible en materia de prevención de riesgos y seguridad y salud en el trabajo a través de una aplicación web. El licitador deberá encargarse de la carga y actualización periódica de toda la documentación exigida en dicha aplicación. El retraso o negligencia en el cumplimiento de esta obligación se considerará incumplimiento grave del Contrato pudiendo implicar su resolución, con pérdida total o parcial de la fianza.

El adjudicatario cuidará muy especialmente todos los aspectos relativos a medidas de Seguridad y Salud Laboral en la ejecución de los trabajos, observando escrupulosamente la legislación en vigor en cada momento sobre el particular y las obligaciones particulares derivadas del propio contrato si las hubiera, como pueda ser la formación adecuada de los trabajadores, apertura de centro de trabajo o la inscripción en el registro de empresas acreditadas de la Comunidad de Madrid.

En el cumplimiento de la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud Laboral el licitador considerará y valorará en su oferta todas las actuaciones necesarias para que el servicio objeto de este Pliego se desarrolle dentro de la normativa vigente en esta materia y concretamente, según lo previsto en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 54/2003 de reforma de marco normativo de la PRL, RD 39/1997, Reglamento de los servicios de prevención, RD 171/2004 Coordinación de actividades empresariales, consideradas de manera enunciativo y no limitativa.

Además, deberán recogerse y valorarse todos los elementos de seguridad necesarios para la correcta ejecución de los trabajos descritos.

En este sentido se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El adjudicatario velará por la seguridad de los trabajadores a su servicio adoptando las medidas necesarias en medida de evaluación de riesgos, planificación preventiva, formación e información sobre riesgos, actuación en caso de emergencia o de riesgo grave o inminente y de vigilancia de la salud del personal a su servicio. El adjudicatario deberá acreditar el cumplimiento de estos requisitos a petición de Canal de Isabel II, S.A., M.P.
- En el caso de la realización de trabajos de especial peligrosidad, el adjudicatario deberá facilitar a Canal de Isabel II, S.A., M.P. certificados de aptitud médica de los trabajadores, personas designadas como recurso preventivo y cualificación profesional de los trabajadores en caso de trabajos reglamentados.

La empresa adjudicataria se responsabilizará de la totalidad del trámite administrativo requerido, así como de la elaboración y edición en plazo de los documentos técnicos correspondientes. Desde el inicio del contrato se

nombrará expresamente al personal encargado y responsable de la coordinación de actividades empresariales y de la prevención en los trabajos.

7. CERTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Para cada obra en cuestión, la empresa adjudicataria efectuará un replanteo previo, junto con el personal de Canal de Isabel II, S.A., M.P. Posteriormente, elaborará un proyecto en dónde se reflejarán las mediciones parciales correspondientes, las cuales estarán contempladas en el cuadro de precios ofertado correspondiente al **Anexo de PARTIDAS PRESUPUESTARIAS** del presente pliego. Se efectuará la certificación mensual basándose en las mediciones resultantes y el cuadro de precios ofertado, según formato que Canal de Isabel II, S.A. especifique.

8. RESIDUOS

El adjudicatario será considerado poseedor del residuo y estará obligado a efectuar una separación selectiva de los residuos valorizables (metal, vidrio, plástico, chatarra, electrónica, envoltorio de cuadros existentes, instrumentación, etc.) que se genere durante el desarrollo de la obra y depositarlos en los contenedores adecuados, según las instrucciones de Canal de Isabel II, S.A., M.P.

El adjudicatario se compromete a comunicar las pautas de buenas prácticas ambientales a todo el personal a su cargo que realice las tareas del contrato para Canal de Isabel II, S.A., M.P.

9. CONDICIONES DE SERVICIO

Todos los trabajos de suministro e instalación objeto del presente pliego en ningún caso interrumpirán el correcto funcionamiento de la planta.

El adjudicatario deberá incluir cualquier medio auxiliar como grupos electrógenos o armarios auxiliares, necesarios para mantener en servicio un número mínimo de equipos durante la sustitución de los armarios eléctricos, de forma que no se afecte a la operación habitual de la planta.

En caso excepcional y previa autorización por parte de Canal de Isabel II se podrán considerar paradas programadas para la realización de trabajos puntuales. La programación de dichos cortes de servicio se determinará en función de las consignas de los responsables de planta y se definirá en la fase de ejecución.

Siempre que vaya a realizarse un corte de tensión en la planta, el adjudicatario deberá elaborar un documento previo, que debe ser aprobado por Canal de Isabel II, que refleje la secuencia de operaciones a ejecutar y describa los medios auxiliares necesarios para minimizar en lo posible el tiempo de corte, así como garantizar el suministro eléctrico de la planta en caso de incidencia.

10. REQUISITOS DE SEGURIDAD

- El adjudicatario deberá implementar y mantener medidas de seguridad adecuadas y actualizadas para proteger los sistemas de Tecnología Operacional (OT) de Canal de Isabel II S.A. M.P. contra accesos no autorizados, ataques cibernéticos y cualquier otra amenaza que pueda comprometer la disponibilidad, integridad, confidencialidad, accesibilidad y auditabilidad de los sistemas.
- Se requiere que el adjudicatario realice evaluaciones periódicas de riesgos y vulnerabilidades en los sistemas OT siguiendo metodologías reconocidas y que adopte las medidas correctivas necesarias para eliminar o mitigar los riesgos identificados en todas las fases de los trabajos. El adjudicatario deberá mantener un registro actualizado de las evaluaciones realizadas y de las acciones correctivas implementadas.
- El adjudicatario deberá garantizar la formación continua de su personal en materia de ciberseguridad OT, asegurando que todos los empleados estén al tanto de los riesgos, y las mejores prácticas y procedimientos de ciberseguridad.
- En caso de un incidente de seguridad, el adjudicatario deberá notificar inmediatamente a la entidad contratante, además de colaborar en la investigación y resolución del incidente, proporcionando toda la información y asistencia necesaria.
- El adjudicatario deberá ejecutar sus trabajos asegurando el cumplimiento de la normativa NIS2 y su transposición a la normativa española. Además de cumplir con los requerimientos del Real Decreto 311/2022, de 3 de mayo, por el que se regula el Esquema Nacional de Seguridad (ENS) en los sistemas de información que soporte los servicios que presta Canal de Isabel II S.A., M.P. en el ejercicio de sus competencias y potestades administrativas que se encuentren bajo su ámbito de aplicación.
- Se usará como base el estándar internacional IEC-62443 (orientado a sistemas OT), además de utilizar las recomendaciones de seguridad realizadas por el Centro criptológico nacional (CCN), el Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE) y otras autoridades nacionales y europeas competentes en materia de ciberseguridad, y siempre orientado al cumplimiento de la normativa NIS2 y el ENS (en caso de aplicación sobre los sistemas).
- Las empresas que realicen trabajos los sistemas de información que soporte los servicios que presta Canal de Isabel II S.A., M.P. deberán contar con la certificación ENS categoría ALTA válida y vigente. En caso de no disponer de la correspondiente certificación, durante los seis meses desde la fecha de firma del contrato, deberán realizar un informe indicando el estado de cumplimiento de cada uno de los controles indicados en el Anexo II del Real Decreto 311/2022. En cada uno de los controles deben facilitarse las evidencias de cumplimiento, la justificación de no aplicabilidad del control y un plan de implantación para todos los controles que estén pendientes de cumplimiento o justificación. Este plan debe contemplar la ejecución y justificación de todos los controles antes

de los veinticuatro meses desde la fecha de firma del contrato. En caso de incumplimiento se aplicarán las penalizaciones establecidas en el apartado 9.1 del Anexo I del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

- Canal de Isabel II S.A., M.P. se reservará por tanto el derecho de poder auditar a los proveedores en materia de ciberseguridad y exigir la implementación de medidas de seguridad adicionales atendiendo al riesgo que el servicio objeto de contratación suponga para el negocio, realizando durante toda la vigencia del contrato un seguimiento y monitorización de su implementación y funcionamiento .

Firmas:

Firmado electronicamente por: JAVIER GARCIA DEL RIO
En la fecha y hora 26.11.2025 11:47:42 CET

Javier García del Río
JEFE DEL ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN

Firmado electronicamente por: FRANCISCO JAVIER
FERNÁNDEZ DELGADO
En la fecha y hora 26.11.2025 12:51:39 CET

Francisco Javier Fernández Delgado
SUBDIRECTOR DE TELECONTROL

Firmado electronicamente por: JUAN SÁNCHEZ GARCÍA
En la fecha y hora 26.11.2025 13:21:30 CET

Juan Sánchez García
DIRECTOR DE INNOVACIÓN E INGENIERÍA