

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

**RENOVACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA
AUTOMATIZACIÓN EN EDAR Y ETAP CON CONCEPTOS
DE INDUSTRIA 4.0 FASE I**

Área: AUTOMATIZACIÓN

ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	3
3. ANTECEDENTES	4
4. DISPOSICIONES TÉCNICAS, NORMATIVA LEGAL Y ESPECIFICACIONES APLICABLES.....	6
5. ESTRUCTURA DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	7
6. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO	9
6.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	9
6.2. CONDICIONES DE SERVICIO	15
6.3. ALCANCE	16
7. ACTUACIONES FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO.....	22
7.1. GENERAL.....	22
7.2. PROGRAMACIÓN	22
8. PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	22
8.1. PLAN GENERAL DEL PROYECTO	22
8.2. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	23
8.2.1. Preparación de la ejecución.....	23
8.2.2. Suministro de materiales	23
8.2.3. Trabajos previos a la instalación.....	24
8.2.4. Trabajos de Instalación	24
8.2.5. Metodología de pruebas.....	24
8.3. ACEPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN	25
8.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	26
8.5. GESTIÓN, DIRECCIÓN Y RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO.....	26
8.5.1. Jefe de proyecto.....	26
8.5.2. Jefe de obra.....	26
8.5.3. Técnicos de programación	27
8.5.4. Personal destinado a trabajos eléctricos	27
8.5.5. Oficina de Proyecto.....	27
8.5.6. Reuniones de Seguimiento	28

1. OBJETO

El objeto del presente documento es describir de forma general las actuaciones que se deberán ejecutar en el proyecto de renovación y estandarización de la automatización en EDAR y ETAP con conceptos de Industria 4.0 (fase I), enumerando las instalaciones objeto del contrato y las características fundamentales de los sistemas eléctrico, de control y de comunicaciones que se modificarán o implantarán.

2. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ARTEMISA:	Actualización y Revisión de TE lecontrol y las co M unicaciones de las Instalaciones de S aneamiento de A gua del Canal de Isabel II Gestión, S.A.
CCM:	Centro de Control de Motores
CDC:	Centro De Control
CPU:	Central Processing Unit
EBAR:	Estación de Bombeo de Aguas Residuales
CGD	Cuadro general de distribución
EDAR:	Estación Depuradora de Aguas Residuales
ETAP:	Estación Tratamiento de Agua Potable
E/S:	Entrada/Salida
FAT	Factory Acceptance Test
Canal de Isabel II:	Canal de Isabel II, S.A.
HMI:	Human Machine Interface. En el contexto de este proyecto normalmente se utiliza para designar las pantallas de operación locales de los procesos (típicamente pantallas táctiles de operación) y complementarias al puesto de control central de la planta (SCADA)
PAI:	Plan de Automatización e Integración
PC:	Personal Computer
PCAP:	Pliego de Condiciones Administrativas Particulares
PLC:	Programmable Logic Controller: Controlador logico programable
PPT:	Pliego de Prescripciones Técnicas
SAI:	Sistema de Alimentación Ininterrumpida

SAT:	Site Acceptance Test
SCADA:	Supervisory Control and Data Acquisition. En el contexto de este proyecto normalmente se utiliza para designar el puesto o sistema de operación remota que normalmente existe en la sala o edificio de control y que es complementario a las pantallas locales de operación (HMI).
VLAN:	Virtual Local Area Network

3. ANTECEDENTES

En la actualidad la Dirección de Operaciones de Canal de Isabel II a través de diversas subdirecciones y áreas, está encargada de la gestión y explotación de un elevado número de instalaciones de transporte y depuración de aguas residuales, así como instalaciones destinadas a la captación y tratamiento de agua potable.

La tipología y el tamaño de estas instalaciones es muy variado, abarcando desde pequeños bombeos 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 depuradora de aguas residuales (EDAR) para más de un millón de habitantes equivalentes y en las que coexisten procesos tan diversos como la obra de llegada, tratamiento biológico, deshidratación y obtención de fangos, tratamiento terciario para la obtención de agua regenerada e incluso recuperación de gases y cogeneración.

El objetivo, que desde Canal de Isabel II se ha perseguido en los proyectos de ejecución o reforma de estas instalaciones que se han desarrollado a lo largo del tiempo, ha sido el de homogeneizar en la medida de lo posible todos los aspectos involucrados en ellas, incluyendo la parte constructiva y la de equipos.

No obstante, la amplia variedad de instalaciones junto con la disparidad de empresas involucradas en los proyectos de ejecución y la evolución tecnológica a lo largo del tiempo, han supuesto ciertas diferencias en dichos aspectos. Este hecho es trasladable al ámbito eléctrico, de control y de comunicaciones.

Este factor, junto con la necesidad de implantar una operación y control centralizados en el CDC, además de la operación local ya existente, y la implantación de modernas soluciones digitales, requiere la adaptación de las instalaciones en los aspectos anteriormente indicados: eléctrico, control y comunicaciones, tanto en la propia instalación como las comunicaciones remotas con el CDC.

Antecedentes: Con objeto de responder a estas necesidades, fundamentalmente de homogeneización de los sistemas involucrados, se promovió un proyecto integral de revisión y actualización de las instalaciones de saneamiento en general, con especial significancia en las EDAR. El proyecto fue denominado ARTEMISA (Actualización y Revisión del Telecontrol y las coMunicaciones de las Instalaciones de Saneamiento de Agua), y se dividió en varias fases que a continuación se describen.

- Fase 0: Esta fase fue la inicial y se comenzó a ejecutar en 2008. Consistió básicamente en el estudio y consultoría de todas las EDAR y EBAR que actualmente opera y explota Canal de Isabel II a lo largo de toda la geografía de la Comunidad de Madrid. En dicho estudio se revisaron los aspectos o ámbitos de comunicaciones (tantos internas de las plantas como en lo referente a su enlace con el CDC), eléctrico (en general de baja tensión y orientado al control) y el control (tanto manual como automático, y tanto local como remoto).

Los estudios dieron lugar a una serie de documentos que se agrupan para cada instalación en el denominado PAI (Plan de Automatización e Integración), en el que se expone lo siguiente:

- Estudio: Expone el estado actual de la instalación en referencia a los ámbitos objeto del proyecto (eléctrico, control y comunicaciones).
- Análisis de integrabilidad: En el que se estudian las posibilidades de integración de la instalación o planta en el control o supervisión remota establecidos en Canal de Isabel II.
- Proyecto: En el que se detallan las actuaciones que se deben realizar para, de acuerdo con los criterios y directrices establecidos en Canal de Isabel II, acondicionar o adaptar la instalación y homogeneizar su operativa, mantenimiento y supervisión remota.

Además de estos estudios (PAI) se llevó a cabo la ejecución a modo de proyecto piloto en la EDAR El Endrinal.

- Fase I: Tras la realización de los estudios y la ejecución práctica del prototipo, en los años 2011 y 2012 se llevó a cabo la primera fase, con las mismas características que en la instalación piloto y llevando a cabo la materialización de los correspondientes PAI, y cuyo alcance incluyó a otras cinco EDAR gestionadas por Canal de Isabel II. Estas plantas fueron las siguientes:
 - EDAR Puentes Viejas
 - EDAR Fuente El Saz
 - EDAR El Chaparral
 - EDAR Aranjuez Sur
 - EDAR Arroyo de El Soto
- Fase II: Tras la realización de los estudios y la ejecución práctica de la Fase II, en los años 2013 y 2014 se llevó a cabo la siguiente fase, con las mismas características que la Fase I y llevando a cabo la materialización de los correspondientes PAI, y cuyo alcance incluyó a otras cinco EDAR gestionadas por Canal de Isabel II. Estas plantas fueron las siguientes:
 - EDAR Guadalix de la Sierra
 - EDAR Riosequillo
 - EDAR Hoyo de Manzanares
 - EDAR Casaquemada
 - EDAR Navalafuente
- Fase III: Tras la ejecución de la Fase III, en los años 2016, 2017 y 2018 se llevó a cabo la siguiente fase, con las mismas características que la Fase II y llevando a cabo la materialización de los correspondientes PAI, y cuyo alcance incluyó cuatro EDAR y dos ETAP gestionadas por Canal de Isabel II. Estas plantas fueron las siguientes:
 - EDAR Alcalá Oeste
 - EDAR Velilla

- EDAR El Endrinal (parcial)
- EDAR Pinilla
- ETAP Navacerrada
- ETAP La Jarosa

Presente proyecto: En este momento y con objeto 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 instalaciones en las que se llevarán a cabo dichas actuaciones son las siguientes:

- EDAR Guadarrama Medio
- EDAR Miraflores
- EDAR El Vellón
- EDAR San Agustín de Guadalix

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas define, por tanto, las actuaciones que es preciso llevar a cabo en cada una de las plantas citadas para conseguir los objetivos indicados.

4. DISPOSICIONES TÉCNICAS, NORMATIVA LEGAL Y ESPECIFICACIONES APLICABLES

Para la ejecución de los trabajos considerados en el alcance, además de la normativa y directrices que establezca la dirección facultativa, lo especificado en el presente PPT y las directrices particulares que se proporcionarán al adjudicatario, se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones, normas y reglamentos:

- Pliego de cláusulas administrativas particulares del presente procedimiento de licitación.
- Normas para la identificación de equipos de Canal de Isabel II.
- Normas para redes de saneamiento (versión año 2016) de Canal de Isabel II.
- Normas para el abastecimiento de agua (versión año 2012) de Canal de Isabel II.
- R. D. legislativo 9/2017, de 8 de noviembre, del texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Ley 2/2002, de 19 de junio, de evaluación ambiental de la Comunidad de Madrid para la protección del medio ambiente (B. O. C. M. N.º 154 de 1 de julio de 2002).
- Ley 09/2015, de 31 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas de la Comunidad de Madrid.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de poblaciones (1986). O. M. de 15 de septiembre de 1986.

- Especificación técnica de acometidas de agua, ETC-001 rev. 2 de la Comisión de Normalización del Canal de Isabel II.
- R. D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas Técnicas de elementos de maniobra y control: válvulas de compuerta (versión 2012) de Canal de Isabel II.
- R. D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R. D. 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el R. D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el R. D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el R. C. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R. D. 614/2001, de 8 de junio, que establece las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- O. M. de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- R. D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Prescripciones Generales de Seguridad en Trabajos Eléctricos de Canal de Isabel II.

Cuando en las disposiciones, normas o reglamentos se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya sido afectada.

5. ESTRUCTURA DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas está compuesto por los documentos que se indican a continuación:

- **Documento 1. Memoria descriptiva:** El presente documento.
- **Documento 2. Anejos:** Compuestos a su vez por los siguientes documentos:
 - **Anejo I. Fichas de instalaciones:** Descripción detallada del estado de cada planta, especificando para cada una de ellas su estado actual y las actuaciones a desarrollar en líneas generales en cada uno de los ámbitos del proyecto.
 - **Anejo II. Tablas maestras de motores:** En ellas se refleja el listado de motores cuyos cubículos de CCM se deben suministrar (nuevos) o modificar (reformas), tanto si la modificación es completa como parcial y en función de los trabajos a ejecutar en cada una de las instalaciones.
 - **Anejo III. Listados de señales:** Se establece por cada planta, un listado de señales que recoge todas aquellas que deberán integrarse en el sistema de

control, es decir, que serán recogidas o enviadas por los PLC que controlan los procesos y serán representadas en el sistema de supervisión de la planta.

- **Anejo IV. SCADA:** Describe las pantallas mínimas que en los sistemas denominados HMI o SCADA es necesario desarrollar y sus características, así como ejemplos orientativos pertenecientes a actuaciones anteriores dentro del marco del proyecto ARTEMISA. Para el desarrollo de esas pantallas y los objetos que en ellas se incluyan, el adjudicatario deberá utilizar el estándar de programación aportado por Canal de Isabel II. En caso de que los bloques, librerías o herramientas proporcionadas no sean suficientes, por ejemplo, porque sea necesario desarrollar un nuevo objeto particular de una EDAR o ETAP, el adjudicatario seguirá los criterios y especificaciones que se le proporcionen, y el desarrollo final tendrá que ser aprobado por Canal de Isabel II para mantener la homogeneidad en los desarrollos. Por otro lado, el documento también describe un mínimo para realizar el registro y almacenamiento de datos.
- **Anejo V. Requisitos Técnicos FO:** Describe los requisitos técnicos generales que deben cumplir las instalaciones de redes de fibra óptica que se realicen dentro del marco de este proyecto.
- **Documento 3. Mediciones:** En este documento se detallan tanto cualitativa como cuantitativamente todas y cada una de las partidas que se podrán ejecutar con el fin de adecuar las instalaciones a los objetivos indicados anteriormente. La ejecución de todas las partidas dará como resultado la ejecución total del proyecto. Se requiere en la oferta del licitador la descripción de los equipos a suministrar, indicando marca y modelo, o en su defecto memoria de calidades aparte en la que se indiquen los elementos que se suministrarán.
- **Documento 4. Especificaciones técnicas:** Se establecen las especificaciones que deben cumplir los suministros que forman parte del proyecto, a saber:
 - **Especificaciones técnicas de los cuadros de control:** Se describen las características mínimas que deben cumplir los cuadros de control, tanto para los cuadros que alojen los PLC de proceso, como el cuadro del concentrador de planta, en caso de necesitarse, y que permitirá integrar la instalación en el telecontrol general de Canal de Isabel II, así como cuadros de control secundarios como pueden ser los de control de los puentes desarenadores.
 - **Especificaciones técnicas del HW de control y comunicaciones:** Se describen las características que debe cumplir el material relacionado directamente con el control de los procesos y que se alojará en los cuadros de control, como bastidores de PLC, CPU, fuentes de alimentación, tarjetas de E/S, interfaces de comunicaciones o pantallas de supervisión local, entre otros.
 - **Especificaciones de los cuadros eléctricos:** Se describen las características mínimas que deben cumplir los cuadros eléctricos de potencia (no de control). Se detallan estas características tanto para los cuadros generales de distribución, CCM, así como los armarios que alojarán los equipos de electrónica de potencia.

- **Especificaciones del equipamiento eléctrico:** Se describen las características que deben cumplir los equipos eléctricos que se integrarán en los cuadros correspondientes. Se describen para elementos tales como analizadores de redes, arrancadores estáticos, variadores de frecuencia, limitadores de par, SAI y transformadores de aislamiento, entre otros.
- **Especificaciones del equipamiento de comunicaciones:** Se describen las características que deben cumplir los equipos de comunicaciones y medios auxiliares que compondrán, si es el caso, las redes de comunicaciones que se deben desplegar en planta para la comunicación entre los diversos elementos de control y eléctricos. Típicamente se hará mención a *switches*, *routers*, fibra óptica y sus transceptores, y otros tipos de cable de comunicaciones.
- **Especificaciones del equipamiento para el SCADA (sala de control):** Se describen las características de los equipos informáticos que componen el SCADA que normalmente se ubica en la sala de control de la planta. Típicamente estaciones cliente, servidores, PC industriales, monitores y pantallas de supervisión.
- **Documento 5. Planos:** Para una correcta evaluación de los trabajos que componen el proyecto de automatización de las plantas, se aportan diversos planos de cada una de las mismas. En general se aporta el plano del estado actual y el correspondiente al estado reformado que se contempla como alcance del proyecto. De forma general son los siguientes:
 - **Planos de planta:** En los que se muestran los límites geográficos de cada instalación y la disposición en la misma de cada uno de los subprocesos.
 - **Plano de la sala de control:** En el que se muestran las dimensiones de la sala y, además de la disposición de sus elementos actuales, la de los elementos incluidos en el proyecto.
 - **Planos de los CCM:** En los que se muestran las dimensiones de las salas donde se alojan los CCM actuales y en las que se alojarán los nuevos CCM que se deberán suministrar como parte del alcance del proyecto. También en estas salas se alojarán otros cuadros incluidos en el proyecto como cuadros de control o armarios de electrónica de potencia.

6. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO

6.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

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

- 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.

- 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.
- Desplegar una red de comunicaciones interna de la planta que conecte y vertebral todos los elementos involucrados en el control automático, a saber, PLC, HMI, SCADA, analizadores de redes, SAI, arrancadores estáticos y variadores de frecuencia.
- Integrar los elementos de medición y maniobra involucrados en el proceso de la planta bajo una misma plataforma de control para su funcionamiento automático coordinado y supervisión local en campo, y remota desde la sala de control, permitiendo además la recopilación, explotación y análisis de los datos de la operación y simplificación del mantenimiento.
- Facilitar la supervisión y el control remotos desde el CDC de Canal de Isabel II 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.
- 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.
- 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. El compromiso a reducir el plazo de implantación de dichas tecnologías será valorado según PCAP. Como soluciones digitales, cabe destacar: Modelización y simulación de procesos de planta, 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.

Estos criterios establecen unas arquitecturas de control tipo definidas que tratan de distribuir la inteligencia del sistema de control en diferentes autómatas o periféricas 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.

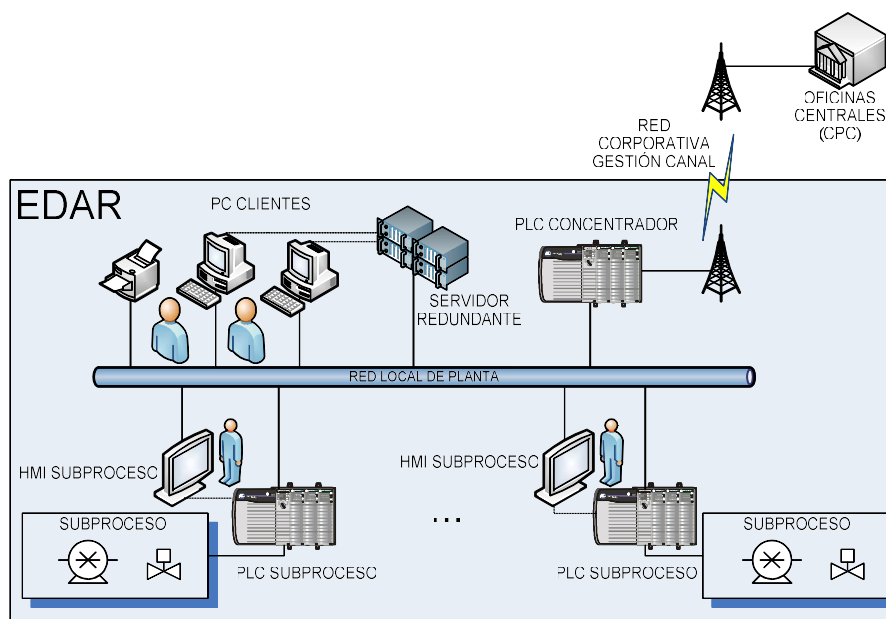


Figura 1: Sistema de control y comunicaciones

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.
- **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.

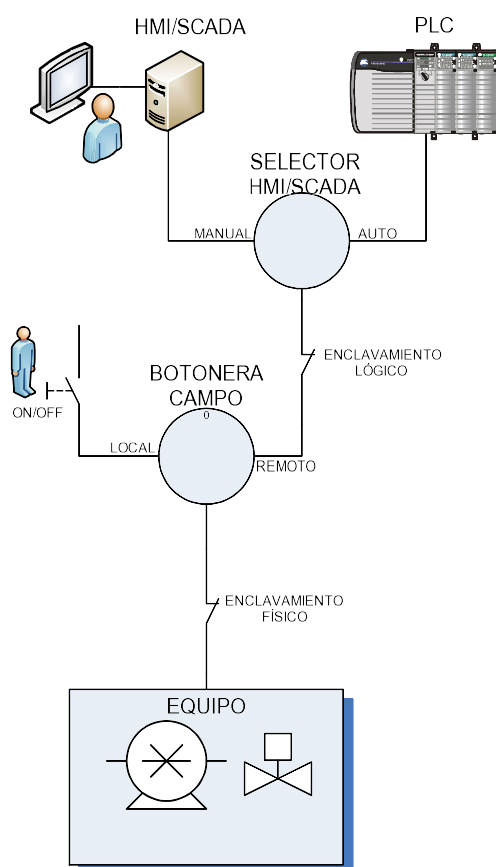


Figura 2: Esquema de prelación de mando



Figura 3: Ejemplo de pantalla para diálogo del motor y selector manual-automático

Otro de los objetivos fundamentales del proyecto es materializar la **inclusión en el telecontrol de Canal de Isabel II** de cada una de las instalaciones. Para ello, se suministrarán al adjudicatario un estándar de programación y la documentación, formación y soporte adecuados para la consecución del objetivo.

Como se ha indicado en apartados previos, las actuaciones serán realizadas en cuatro EDAR. Todas ellas se encuentran en el ámbito geográfico de la Comunidad de Madrid. En el siguiente listado se indican las plantas, su localización geográfica, el tipo el área de Canal de Isabel II encargada en la actualidad de su explotación, entre otros datos:

Área	Nombre	Nemónico	Tipo	Habitantes equivalentes	Latitud	Longitud
Cuenca Guadarrama y Alto Manzanares	EDAR Guadarrama Medio	guada	2	100.000<he<30.000	40°24'30.77"N	3°56'59.56"O
Cuenca Jarama Medio y Henares	EDAR Miraflores	miraf	3	30.000<he<10.000	40°48'18.60"N	3°45'10.80"O
	EDAR San Agustín de Guadalix	sanag	3	30.000<he<10.000	40°39'06.20"N	3°35'35.52"O
Cuenca del Lozoya y Alto Jarama	EDAR El Vellón	vello	3	30.000<he<10.000	40°45'00.61"N	3°34'40.29"O

Tabla 1: Plantas incluidas en el alcance del proyecto

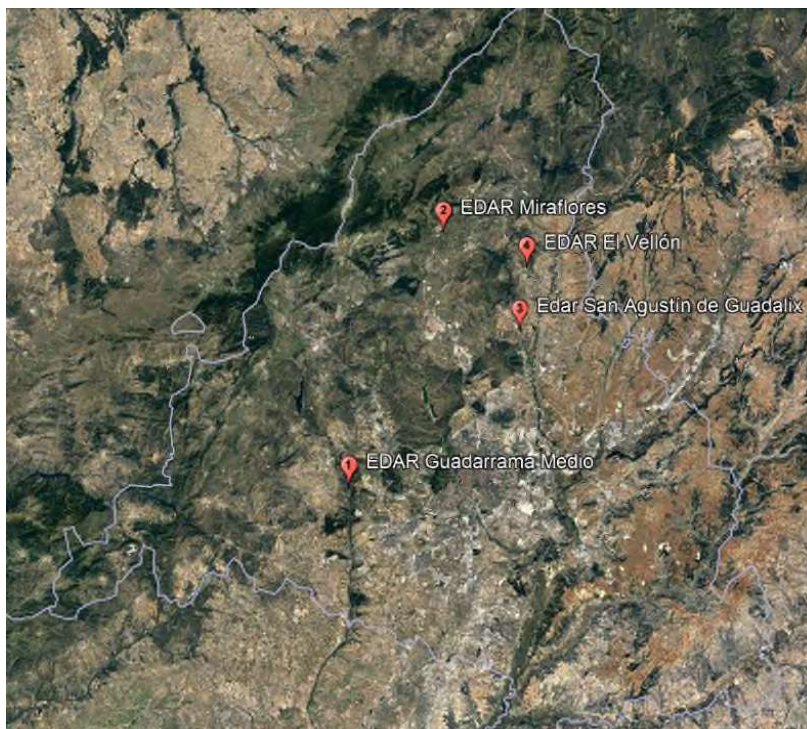


Figura 4: Ubicación geográfica de las plantas incluidas en el alcance del proyecto

En cuanto a los tipos de EDAR, se definen en función de la carga orgánica biodegradable con demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO5) equivalente a 60g de O2 por día, a lo que se denomina habitante-equivalente:

Tipo	Habitantes equivalentes
1	>100.000
2	30.000<h _e <100.000
3	10.000<h _e <30.000
4	<10.000

Tabla 2: Clasificación de tipos de EDAR según los habitantes-equivalentes

6.2. CONDICIONES DE SERVICIO

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

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.

En caso excepcional y previa autorización por parte de Canal de Isabel II podrán considerarse 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.

6.3. ALCANCE

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. En caso de trabajos imprescindibles no recogidos en el PPT, el adjudicatario solicitará la generación de un acta de precios contradictorios o el procedimiento dispuesto en el PCAP. Las visitas de replanteo se realizarán en el plazo máximo de un (1) mes desde la fecha de formalización del contrato.

2) **Planificación:** Tras los replanteos y establecimientos de las actuaciones definitivas, el adjudicatario estará obligado como se indica en el PCAP 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 plantas y con la dirección facultativa que Canal de Isabel II 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.

Es importante destacar que existe un plazo máximo para la ejecución del proyecto, que será de **veinticuatro (24) meses** a contar desde la firma del acta de inicio de los trabajos por el adjudicatario. De estos veinticuatro meses se estima que en los dos primeros se llevarán a cabo tareas relacionadas con la definición e ingeniería, y el resto serán trabajos en campo concurrentes con las actividades de ingeniería y suministros, así como los de instalación o puesta en servicio. En cualquier caso, la planificación definitiva se generará una vez realizados los replanteos y analizada la problemática particular de cada planta.

3) **Ingeniería de detalle:** El adjudicatario elaborará la ingeniería de detalle de todos los elementos que sea preciso fabricar o reformar como cuadros de control, cuadros de variadores y/o arrancadores, 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 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.

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, a través de su dirección facultativa, apruebe los equipos y materiales que el adjudicatario utilizará.

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 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, a través de la dirección facultativa destinada al efecto.

- 6) **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.
- 7) **Programación:** 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 y proporcionadas al adjudicatario. Además de las lógicas de proceso, Canal de Isabel II 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.
- 8) **Programación del concentrador de planta y/o dispositivos involucrados en el telecontrol:** 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 PLCs de campo. Desempeña dos funciones básicas:
 - a) Adquisición de datos de proceso de los PLCs 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 PLCs 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).

- 9) **Pruebas y puesta en servicio:** 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. 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. Las características básicas de las pruebas se indican en el apartado **8.2.5** de este documento denominado **Metodología de pruebas**.

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:

- a. **Tarado de protecciones eléctricas:** En función de las características de los equipos a los que protejan.
- b. **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.
- c. **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.
- d. **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.

Dentro del concepto de pruebas se incluye 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.

- 10) **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. 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 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:** 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.
- 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.

En cuanto a la implementación de las medidas de seguridad con conceptos de industria 4.0. aplicarán al menos las medidas indicadas en el Anexo II del Real Decreto 3/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Seguridad en el ámbito de la Administración Electrónica, como consecuencia de la normativa de la Ley 8/2011, de 28 de abril, por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas, la Directiva (UE) 2016/1148 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de julio de 2016, relativa a las medidas destinadas a garantizar un elevado nivel común de seguridad de las redes y sistemas de información en la Unión y del Real Decreto-ley 12/2018, de 7 de septiembre, de seguridad de las redes y sistemas de información, para que las medidas estén enfocadas al cumplimiento del Esquema Nacional de Seguridad

- 11) **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. 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.

La documentación mínima que se deberá aportar será la siguiente:

- a. **Documentación referente a la ingeniería de detalle:** Tal y como se ha indicado en el apartado correspondiente.
- b. **Planos As-built:** De todos los diseños realizados y de aquellos elementos que sean modificados, como 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.

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 de los esquemas multifilares en el correspondiente portaplanos del propio cuadro.

- c. 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

- d. **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.
- e. **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.
- f. **Documentos de pruebas FAT y SAT:** Debidamente cumplimentados con los resultados de las pruebas realizadas.

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 por medio de **una (1) copia** en formato digital.

Además, se incluirán fotografías en soporte electrónico de los puntos más relevantes de la instalación.

- 12) **Formación:** Una vez finalizada la implantación del nuevo sistema de control en cada una de las plantas, el adjudicatario deberá impartir un curso de formación para mostrar el diseño, las características principales del sistema y manejo a los operadores de cada planta. Se prevé un par de jornadas de una mañana para cada una de las plantas, a razón de 6 horas por día. 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.
- 13) **Estudio de seguridad y salud:** 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.
- 14) **Garantía:** La garantía de las instalaciones ejecutadas por el adjudicatario se establecerá en un mínimo de un año, con posibilidad de ampliación del plazo, lo cual será puntuable en la licitación, según se indica en PCAP. 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 en el resto de los documentos del pliego.

7. ACTUACIONES FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO

Quedan fuera del alcance del presente pliego de licitación las siguientes actuaciones:

7.1. GENERAL

- **Elaboración de las lógicas de control:** No es objeto del alcance del presente proyecto la elaboración de las lógicas de control que definan el modo de funcionamiento de los subprocesos de cada planta. Estas lógicas estarán definidas previamente a la ejecución y se le proporcionarán al adjudicatario con objeto de que programe el sistema de control siguiendo las directrices que en ellas se indican.

7.2. PROGRAMACIÓN

- **Establecimiento del estándar de programación del sistema de control:** Canal de Isabel II proporcionará al adjudicatario un estándar de programación al que el adjudicatario deberá ajustarse. Está previsto que este estándar, además de homogeneizar la programación en aras de favorecer el mantenimiento posterior de las aplicaciones, permita optimizar los tiempos de desarrollo. Por tanto, no será necesario desarrollar una nueva filosofía o técnicas básicas de programación. En caso de que sea preciso desarrollar una nueva funcionalidad o un nuevo bloque, este desarrollo será realizado por el adjudicatario bajo petición, supervisión y aprobación de Canal de Isabel II. A este respecto se proporcionará al adjudicatario información suficiente y se le formará en el uso de los bloques existentes y las técnicas de programación definidas.

8. PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

8.1. PLAN GENERAL DEL PROYECTO

El adjudicatario, una vez realizados los replanteos de las plantas que forman parte del proyecto, deberá según se establece en el PCAP, elaborar una planificación detallada en la que incluirá cada una de las tareas que forman parte del proyecto. 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 de los veinticuatro (24) meses 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 07:00 a 15:00 en días laborables. Aunque por sus características especiales pueda encontrarse personal de Canal de Isabel II 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.

- **Grupos de trabajo concurrentes:** Debido a las características de los trabajos y teniendo en cuenta el plazo máximo establecido, se considera que no es posible acometer todas las obras con un solo grupo de trabajo, por lo que es necesario articular dos grupos que puedan simultanear trabajos en al menos dos plantas. El adjudicatario deberá dimensionar su grupo de trabajo con objeto de cumplir con este requisito.

8.2. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

8.2.1. Preparación de la ejecución

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.
- Planificación detallada de los trabajos.
- 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, dicho importe le podrá ser repercutido al adjudicatario.
- Obtención de permisos de acceso a planta para el personal y vehículos.

8.2.2. Suministro de materiales

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.

8.2.3. Trabajos previos a la instalación

De forma previa a la instalación y como se ha indicado en apartados anteriores, se deberá realizar una revisión de los trabajos que es necesario llevar a cabo en cada uno de los emplazamientos considerados tras la realización de las visitas de replanteo. Esta revisión se realizará de forma conjunta entre la dirección facultativa y el representante de la empresa adjudicataria designado por ésta.

Como mínimo se deberán cubrir los aspectos que se recogen a continuación:

- Se definirán las áreas y emplazamientos concretos donde se va a instalar y se realizarán las mediciones oportunas.
- Se elaborarán los informes de replanteo y se generarán las actas de precios complementarios y contradictorios, si es el caso.
- 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.

8.2.4. Trabajos de Instalación

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.

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

8.2.5. Metodología de pruebas

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. Para este paso se recomienda la elaboración de un programa de simulación o contraprograma que

agilice las pruebas. Las pruebas se realizarán en las instalaciones del cliente con la 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 deberán estar consideradas en la planificación del proyecto que el adjudicatario deberá elaborar antes del inicio de los trabajos.

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 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.

8.3. ACEPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La superación de las pruebas SAT será condición imprescindible para la aceptación de la instalación.

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.

8.4. 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, debidamente cumplimentado y aprobado por la autoridad laboral competente antes del inicio de cualquier instalación.

8.5. GESTIÓN, DIRECCIÓN Y RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO

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 por las siguientes personas:

8.5.1. Jefe de proyecto

El adjudicatario deberá nombrar **un jefe de proyecto**, que poseerá una cualificación mínima de ingeniero superior y una experiencia mínima de **tres años** en el desempeño de la misma actividad en proyectos relacionados. El jefe de proyecto será el interlocutor principal y válido entre el adjudicatario y Canal de Isabel II, y su dedicación y disponibilidad en el proyecto deberá ser completa durante toda su duración.

El jefe de proyecto podrá ser rechazado con argumentación fundada en cualquier momento del transcurso del proyecto por Canal de Isabel II y deberá, en tal caso, ser reemplazado por otra persona en el plazo máximo de 15 días desde la comunicación al adjudicatario. El nuevo jefe de proyecto deberá cumplir idénticos requisitos a los ya definidos para este perfil.

Por otra parte, el jefe de proyecto podrá ser reemplazado por decisión del adjudicatario con argumentación fundada en cualquier momento del transcurso del proyecto. En este caso el cambio deberá ser aprobado por Canal de Isabel II. Del mismo modo la nueva persona destinada al efecto deberá cumplir idénticos requisitos a los ya definidos para este perfil.

8.5.2. Jefe de obra

El adjudicatario deberá nombrar **un jefe de obra**, en dependencia directa del jefe de proyecto, que poseerá una experiencia mínima de **cinco años** en el desempeño de la misma actividad en proyectos relacionados. La disponibilidad del jefe de obra deberá ser completa durante el periodo en el que se estén realizando trabajos en las instalaciones objeto del contrato.

El jefe de obra podrá ser rechazado con argumentación fundada en cualquier momento del transcurso del proyecto por Canal de Isabel II y deberá, en tal caso, ser reemplazado por otra persona en el plazo máximo de 15 días desde la comunicación al adjudicatario. El nuevo jefe de obra deberá cumplir idénticos requisitos a los ya definidos para este perfil.

Por otra parte, el jefe de obra podrá ser reemplazado por decisión del adjudicatario con argumentación fundada en cualquier momento del transcurso del proyecto. En este caso el cambio deberá ser aprobado por Canal de Isabel II. Del mismo modo la nueva persona destinada al efecto deberá cumplir idénticos requisitos a los ya definidos para este perfil.

8.5.3. Técnicos de programación

El adjudicatario deberá incluir en su equipo de trabajo al menos **dos técnicos programadores**. Cada uno de ellos poseerá una experiencia mínima de **tres años** en la programación de PLC y SCADA en las plataformas mayoritarias en Canal de Isabel II (Siemens y Rockwell-Allen Bradley). La disponibilidad de ambos deberá ser completa. Sólo en el caso de que los programadores no sean las personas que lleven a cabo la puesta en servicio de los sistemas programados, y se definan perfiles alternativos y específicos de puesta en marcha, su disponibilidad durante la puesta en servicio no será imprescindible, siéndolo en tal caso la del personal de puesta en servicio.

8.5.4. Personal destinado a trabajos eléctricos

En el caso particular del personal que el adjudicatario destine a los trabajos eléctricos, es preciso que dispongan de cualificación probada para la realización de trabajos tanto en baja como en alta tensión. Para ello será preciso presentar documento emitido por organismo competente y declaraciones responsables en vigor a nombre de las personas intervinientes en estos trabajos que les habiliten a llevarlos a cabo.

8.5.5. Oficina de Proyecto

Además de los perfiles indicados, el jefe de proyecto tendrá a su cargo un equipo de proyecto, cuya estructura y personal será comunicado a Canal de Isabel II. Los cambios de personal, si es el caso, que durante el transcurso del proyecto se lleven a cabo, deberán ser comunicados a Canal de Isabel II para su conocimiento. Esta oficina deberá contar al menos con un técnico delineante.

Durante el periodo de ejecución del proyecto y el periodo de garantía, el adjudicatario deberá tener al menos una oficina abierta en la Comunidad Autónoma de Madrid.

8.5.6. Reuniones de Seguimiento

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 o en cualquiera de las plantas objeto del contrato.

Firma:

Javier García del Río / A86488087
Firmado digitalmente
por Javier García del
Río / A86488087
Fecha: 2021.04.28
14:56:43 +02'00'

Javier García del Río
JEFE DEL ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN

Francisco Javier Fernández Delgado / A86488087
Firmado digitalmente
por Francisco Javier
Fernández Delgado /
A86488087
Fecha: 2021.04.30
14:15:49 +02'00'

Francisco Javier Fernández Delgado
SUBDIRECTOR DE TELECONTROL

Firmado por:
JUAN SÁNCHEZ GARCÍA / (R:A86488087)
Fecha:
2021.05.07
13:09:56 +02'00'

Juan Sánchez García
DIRECTOR DE INNOVACIÓN E INGENIERÍA