

## ANEJO 014.- SISTEMAS DE TELEMANDO Y CONTROL

Mario Quiñonez Alonso  
Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos  
Nº Colegiado: 23696

**INDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>	<b>2.4. NETWORK CONTROL UNIT (NCU).....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>	<b>2.5. ESTACIONES METEOROLÓGICAS .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>	<b>2.6. INVERSORES ELÉCTRICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3. SISTEMA DE CONTROL SCADA - GENERALIDADES .....</b>	<b>5</b>	<b>2.7. UNIDADES DE CONTROL REMOTAS – DATALOGGERS.</b>	<b>14</b>
<b>1.4. SISTEMA DE TELEMANDO TRASVASE / SCADA ACTUAL</b>	<b>6</b>	2.7.1. CUADRO / ARMARIO PARA RTU - DATALOGGER.....	15
<b>1.5. INSTRUMENTACIÓN &amp; CONTROL ACTUAL.....</b>	<b>7</b>	<b>2.8. CENTRO DE CONTROL FV .....</b>	<b>15</b>
<b>1.6. ESQUEMA GENERAL DE SISTEMA DE TELEMANDO Y RED</b>		2.8.1. POWER PLANT CONTROLLER.....	16
<b>DE COMUNICACIÓN.....</b>	<b>7</b>	2.8.2. RELOJ SINCRONIZACIÓN - GPS .....	18
<b>2. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LLANERA.....</b>	<b>9</b>	2.8.3. PLC / GATEWAY .....	18
<b>2.1. SISTEMA CONTROL SCADA PLANTA FV LLANERA .....</b>	<b>10</b>	2.8.4. FIREWALL / CORTAFUEGOS.....	18
<b>2.2. ESQUEMA GENERAL SISTEMA SCADA FV .....</b>	<b>10</b>	2.8.5. CUADRO DE CONTROL.....	18
<b>2.3. TRACKER CONTROL UNIT (TCU).....</b>	<b>12</b>	2.8.6. EQUIPAMIENTO SCADA FV / HMI.....	19
		<b>2.9. RED DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>21</b>
		2.9.1. CONEXIÓN CON SCADA DEL TRASVASE .....	22
		<b>3. PUNTOS DE CONTROL Y DATOS MÍNIMOS REQUERIDOS</b>	<b>22</b>
		<b>3.1. SUBESTACIÓN .....</b>	<b>22</b>

3.1.1.	DISTRIBUIDORA ELÉCTRICA DE LA ZONA LOCAL .....	22	5.	CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN E INSTALACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL .....	28
3.1.2.	EQUIPOS PRINCIPALES PSFV .....	23	5.1.	TRACKER CONTROL UNIT (TCU) .....	28
3.1.3.	APARAMENTA MT .....	24	5.2.	NETWORK CONTROL UNIT (NCU) .....	28
3.1.4.	TRANSFORMADORES .....	24	5.2.1.	NCU ESTÁNDAR + ANEMÓMETRO DE PULSOS .....	28
3.1.5.	INVERSORES .....	24	5.2.2.	NCU ULTRASÓNICO + ANEMÓMETRO ULTRASÓNICO .....	29
3.1.6.	POWER PLANT CONTROLLERS (PPC) .....	25	5.2.3.	NCU CON SENSOR DE NIEVE .....	29
3.1.7.	ESTACIÓN METEOROLÓGICA Y OTROS SENSORES .....	25	5.2.4.	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN .....	29
3.1.8.	MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA DE MONTAJE DEL SEGUIDOR FOTOVOLTAICO - NCU .....	25	5.3.	ESTACIONES METEOROLÓGICAS .....	29
3.1.9.	MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD .....	26	5.3.1.	TIPOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS .....	29
3.2.	CIBERSEGURIDAD .....	26	5.3.2.	TIPOS DE SENSORES Y DISPOSITIVOS .....	30
4.	SERVICIOS Y GARANTÍAS .....	27	5.3.3.	UNIDAD CENTRAL ESTACIÓN METEOROLÓGICA .....	32
4.1.	SERVICIOS DE SOPORTE .....	27	6.	SISTEMA SEGURIDAD – CCTV PLANTA FOTOVOLTAICA	32
4.2.	NOMENCLATURA Y ETIQUETADO .....	27	6.1.	ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	34
4.3.	DOCUMENTACIÓN .....	28	6.1.1.	DISEÑO TÉCNICO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD .....	34
4.4.	GARANTÍAS .....	28	6.1.2.	ESPECIFICACIÓN GENERAL Y ALCANCE .....	34

---

6.1.3.	REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS.....	34
6.1.4.	SERVICIOS.....	35
6.1.5.	INFORMACIÓN REQUERIDA CON OFERTA .....	35
6.1.6.	INFORMACIÓN REQUERIDA CON COMPRA DE EQUIPOS ....	35
6.2.	FORMATO DE LA INFORMACIÓN .....	35
7.	ACRÓNIMOS .....	37

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. ANTECEDENTES

En este marco, el promotor, ACUAMED, ha redactado el contrato “**SERVICIO DE INGENIERÍA PARA LA REDACCIÓN DEL ESTUDIO DE SOLUCIONES Y ANTEPROYECTO DE LAS CENTRALES FOTOVOLTAICAS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO PRINCIPALES DE LA CONDUCCIÓN JÚCAR-VINALOPÓ Y DE LA ADECUACIÓN DE LAS ESTACIONES PARA SU FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA ENERGÍA APORTADA POR LAS CENTRALES (VALENCIA)**”.

Dicho contrato tiene como actuaciones principales las siguientes:

- Recopilación, estudio y análisis de la información existente.
- Estudio de soluciones y de la viabilidad técnica de la actuación.
- redacción del anteproyecto de las plantas fotovoltaicas y la adecuación de las estaciones de bombeo.
- Documentación medioambiental
- Asesoría y gestión de las tramitaciones requeridas.

### 1.2. OBJETIVOS

El objetivo de la presente especificación técnica es definir y detallar las características técnicas correspondientes al diseño, fabricación, implementación, pruebas, montaje y puesta en servicio de la solución de instrumentación y control (Sistema SCADA) de las Plantas Fotovoltaicas que generarán y gestionarán la energía dedicada a alimentar las diferentes Estaciones de Bombeo de la Conducción Júcar - Vinalopó. Por otra lado, y como parte de un proyecto complementario, se definirán y acotarán las actuaciones que deberán realizarse en los Centros de Control y Estaciones de Bombeo de la Conducción, a fin de actualizar el equipamiento existente para su funcionamiento aprovechando la energía Fotovoltaica.

En este orden de ideas, se incluirá el estudio y análisis de los sistemas y subsistemas que conforma el Sistema de Telemando y Control existente para la correcta implementación de un Sistema SCADA Central Integrado para la supervisión y control del conjunto de la Conducción + Plantas Fotovoltaicas. Se evaluarán las características, funcionalidades, y particularidades existentes, así como de las necesidades requeridas para la migración, actualización y correcta integración de los Sistemas.

Se definirá un Plan de actualización / migración y un protocolo de pruebas que garantice la puesta en marcha del SCADA Central, manteniendo el histórico existente (Historian) correctamente integrado al nuevo sistema y evitando pérdidas de funcionalidad o interrupciones extendidas en el servicio actual de la Conducción.

### 1.3. SISTEMA DE CONTROL SCADA - GENERALIDADES

El Sistema SCADA (del inglés “Supervisory Control And Data Acquisition”) consiste en un sistema automático y autónomo que tiene como finalidad supervisar y controlar remotamente una instalación, pudiendo integrar datos recogidos desde diferentes sensores, autómatas (PLC) y equipos remotos (RTU), mediante diferentes protocolos en un único repositorio. Estas lecturas se realizan en tiempo real y tienen la posibilidad de historizarse. La información es procesada por el software SCADA, el cual permite además la visualización y el análisis de los datos del proceso, generación de alarmas y eventos si se detectan anomalías en el funcionamiento de las instalaciones, mediante la interfase hombre – máquina, HMI.

El Sistema SCADA de la Conducción Júcar – Vinalopó, se utiliza para visualizar y supervisar el estado y la operación de todas las estaciones de bombeo y unidades remotas instaladas a lo largo de la conducción:

- Monitorización en tiempo real: el sistema SCADA recopila y transmite datos en tiempo real, lo que permite una monitorización constante y supervisión de los equipos a lo largo de la Conducción.

- Análisis de datos: el sistema SCADA analiza la información y datos adquiridos para generar alarmas, registrar eventos, realizar cálculos estadísticos (optimizar la operación de la instalación), etc.
- Seguridad: al detectarse problemas, el sistema SCADA genera advertencias y alarmas permitiendo al operario la realización de las acciones pertinentes.
- Control de equipos: el Sistema SCADA controla directamente los equipos remotos, activa / desactiva motores, abre / cierra válvulas, etc.

1.4. SISTEMA DE TELEMANDO TRASVASE / SCADA ACTUAL

El software SCADA y la interfase HMI para el Traspase, se encuentran ubicados en el Centro de Control San Diego, desde donde se supervisan, monitorean y controlan los procesos y la operación de las Estaciones de Bombeo y Unidades Remotas de la Conducción.



Figura 1. Vista General SCADA Traspase

Las estaciones remotas (ER) y las estaciones supervisadas (E/S) que se monitorean y controlan desde el Centro de Control SCADA en San Diego, se listan a continuación:

- ER1 Estación de Bombeo La Marquesa (Control Local PLC)
  - E/S1.1 Remota Obra de Toma (Supervisión Nivel)
- ER2 Estación de Bombeo El Panser (Control local PLC)
- ER3 Entrada túnel Corbera (Supervisión Nivel)
- ER4 Salida túnel Corbera (Supervisión nivel, Boya)
- ER5 Entrada túnel Barxeta (Supervisión Nivel)
- ER6 Salida túnel Barxeta (Supervisión Nivel – Acción válvulas Sifón)
- ER7 Estación de bombeo Llanera de Ranes (Control local PLC)
  - E/S7.1 Remotas Sifón de Barxeta (Control remoto PLC LL)
  - ER7.2 Depósito Unidireccional N°1 (Supervisión)
  - ER7.3 Depósito Unidireccional N°2 (Supervisión)
- ER8 Estación de bombeo Moixent / Mogente (Control local PLC)
- ER9 Central El Ramblar (Supervisión Boya / nivel max. PLC MX)
- ER10 Balsa de San Diego (Control local PLC)
  - E/S10.1 Chimenea de Equilibrio (Supervisión caudal)
  - ER10.2 Central de Alorines (Supervisión)
- C.C. Balsa de San Diego (SCADA Central)

Las Estaciones Remotas (ER) disponen de un (1) controlador CPU (PLC), y cuentan

con autonomía de control. Las Estaciones Supervisadas (E/S) cuentan con módulos de señales conectados a las unidades remotas de control correspondientes (La E/S1.1 Remota Obra de Toma, se conecta al controlador en la ER1 La Marquesa, por ejemplo).

El control local en las Estaciones Remotas se hace a diferentes niveles dependiendo del equipo controlado.

Botonera Local. Las máquinas / motores en las Estaciones de Bombeo disponen de elementos de mando instalados en cajas locales. El PLC lee el estado de funcionamiento y las posibles alarmas, pero NO realiza la activación del equipo.

Cuadro Servicios Auxiliares (CSA / CCM). En el cuadro se cuenta con un selector REMOTO / LOCAL que permite la selección del modo de control (control manual (local) desde los pulsadores en el CSA o control automático (remoto) desde el PLC)

Panel PLC. El Controlador Lógico Programable se encarga de activar y controlar automáticamente el conjunto de máquinas siguiendo los criterios de programación que cubran las necesidades del proceso. Cada panel cuenta con una pantalla táctil HMI para la supervisión y control de la CPU.

Ordenador PC (HMI). Adicionalmente, las Estaciones Remotas / Bombeo cuentan con un ordenador que se utiliza como interfase hombre – máquina, es decir, que se comunica con el PLC a fin de configurar y programar el control automático requerido y también muestra en pantalla todas las variables y estados de los equipos en la Estación.

SCADA Central. Finalmente, por encima de los sistemas y subsistemas indicados, se encuentra el Sistema de supervisión SCADA (San Diego y El Panser).

## 1.5. INSTRUMENTACIÓN & CONTROL ACTUAL

Los equipos de supervisión y control descritos, que conforman la conducción Júcar – Vinalopó, y la instrumentación asociada se comunican con todos los elementos de la conducción y con el Sistema SCADA mediante la Red de Comunicaciones existente.

## 1.6. ESQUEMA GENERAL DE SISTEMA DE TELEMANDO Y RED DE COMUNICACIÓN

La naturaleza de las conexiones entre los equipos de la conducción / trasvase y el Sistema SCADA se describe a continuación:

- **Módulos de Control**, ubicados en las estaciones de bombeo, entrada y salida de túneles, válvulas de regulación del sifón Barxeta-Xativa, balsa de San Diego y otros elementos críticos de la instalación / conducción.
- **Red de comunicaciones** vía cableado de fibra óptica en paralelo a la conducción, que permite el intercambio de información entre los diferentes controladores remotos, estaciones supervisadas y el centro de control.

En los casos que se produzca un fallo de comunicaciones por esta vía cableada, se cuenta con servicio de conexión vía GSM/GPRS, implementado para poder mantener las comunicaciones entre las diferentes estaciones y sistemas de la conducción.

- **Centro de Control** Centralizado en el edificio ubicado junto a la balsa de San Diego. La supervisión operación y control se puede realizar también desde la Estación de Bombeo Panser (Centro de Control Alterno).



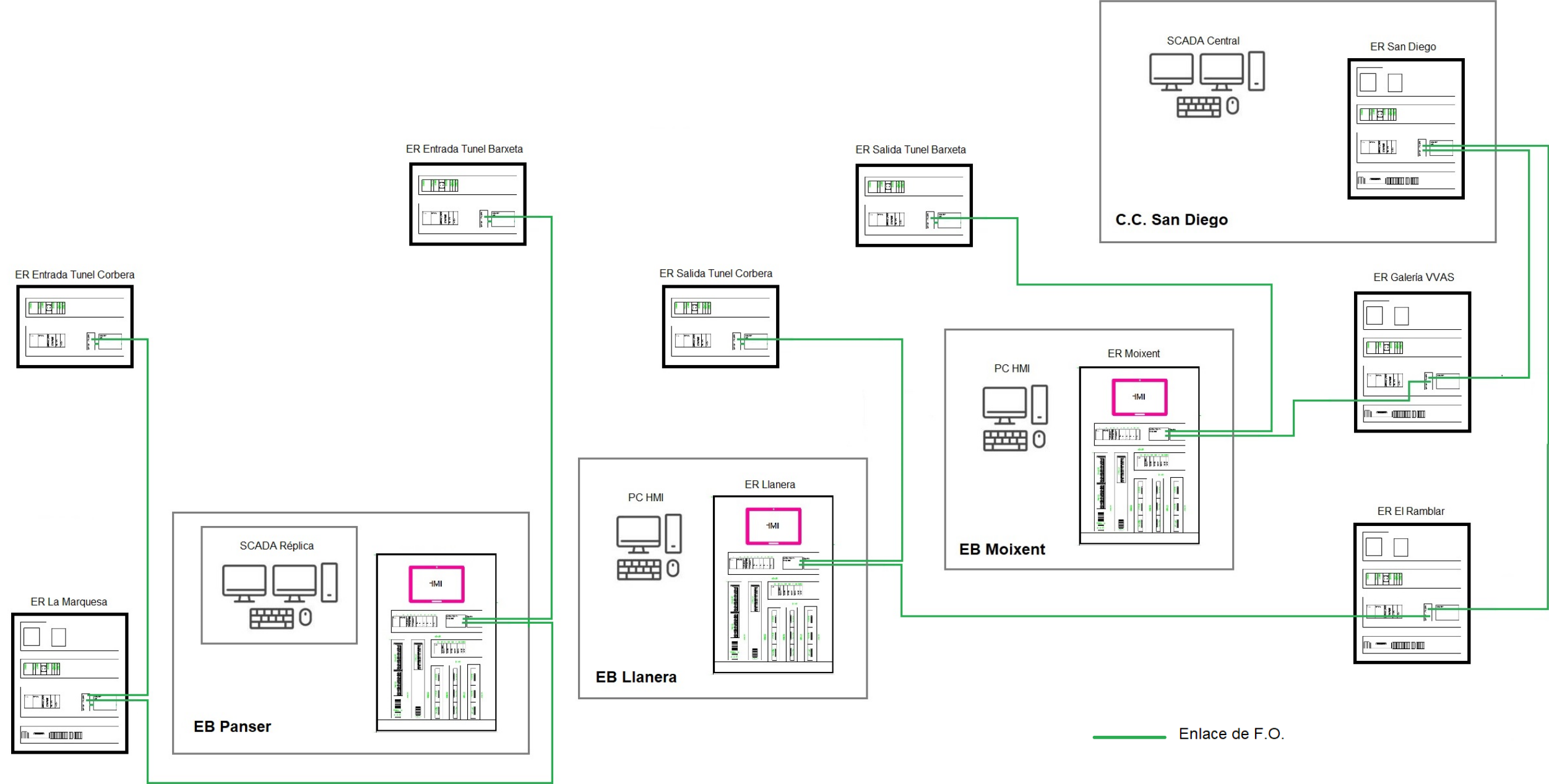


Figura 2. Arquitectura General Sistema Control Trasvase

## 2. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LLANERA

La planta solar fotovoltaica (PSFV) LLANERA alimentará la Estación de Bombeo La Llanera. A tal efecto deberá generar **24,29 MWp** de energía en total. Estará ubicada en un emplazamiento de **10,81 hectáreas**, dentro del término municipal de Llanera de Ranes y Rotgla y Corberá, en la provincia Valenciana, y estará conformada por:

- TRESCIENTAS SETENTA Y CINCO (375) estructuras bi-fila con dos (2) tipos de arreglos (1Vx28 y 1Vx56). Estas estructuras sustentarán un total de:
- TREINTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS DIECISEIS (34.216) módulos solares bi-faciales de 710 Wp de potencia distribuidos en 1222 strings.

Para el seguimiento de la luz solar y mejor aprovechamiento / captación de energía, las estructuras contarán con TCUs (Tracking Control Units / Seguidores). Se están considerando:

- CIENTO TREINTA Y NUEVE (139) Seguidores para las estructuras 1Vx28
- DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS (236) seguidores para las estructuras 1Vx56.

La energía producida por los paneles (Corriente Continua, CC) deberá ser convertida y adecuada para su aprovechamiento (Corriente Alterna, CA). A tal efecto, se incluyen:

- CINCUENTA Y NUEVE (59) Inversores, los cuales convertirán la tensión generada (CC) a corriente alterna (CA) de 800V. Esta corriente alterna será enviada a.
- TRES (3) Centros de Transformación (CTs), con transformadores de **4,62 MVA**, **4,9 MVA** y **6,6 MVA** para elevar la tensión hasta los niveles requeridos para evacuación / transmisión.

Se deberán instalar NCUs (Unidades de Control de Red) para la recolección de datos de los seguidores (TCUs), su gestión y conexión con el PPC de la Planta FV. Esta comunicación entre TCUs y NCUs se realizará mediante el protocolo inalámbrico (WiFi) ZIGBEE. Cada NCU podrá gestionar un máximo de 150 TCUs.

Los Inversores, Estaciones Meteorológicas y NCUs, se comunicarán con los respectivos Centros de Transformación mediante una red de comunicaciones Serie (ModBUS RTU – ModBUS TCP/IP según corresponda).

En los Centros de Transformación se instalarán Unidades Remotas (RTU) / DataLoggers que se encargarán de coleccionar, gestionar y adecuar la información del proceso de generación eléctrica.

Los CTs se comunicarán con la Sala de Control de la Planta FV mediante enlaces de Fibra Óptica. A tal efecto, se deberán incluir los dispositivos de comunicación requeridos (Switches, Modems, Routers, Conversores de Protocolo, Gateways, etc.).

El Sistema de Adquisición de Datos y Control (SCADA FV) se encargará, mediante los elementos de interfase y control (PPC y PLC/Gateway) de supervisar, gestionar, adecuar y controlar las variables del proceso de generación de energía fotovoltaica.

Las Estaciones de Operación / Interfase Hombre-Máquina (HMI), permitirán la supervisión y control de la planta y también configurar, gestionar y activar todos los equipos mencionados y que conforman la Planta FV Llanera, Las estaciones SCADA también podrán supervisar el Sistema de Control de Acceso de la instalación.

Por medio de los Circuitos de Media Tensión (MT), la energía será enviada (línea de evacuación de 6kV), a la Estación de Bombeo asociada. Se incluye en el alcance del suministro, los servicios de instalación de dispositivos físicos en campo, armarios en sala de control, el cableado (tendido y conexión) de las redes de comunicación en la Planta, y la instalación y validación de los dispositivos de red y ciberseguridad requeridos.

2.1. SISTEMA CONTROL SCADA PLANTA FV LLANERA

Para la gestión y control de la PSFV Llanera, se proporcionará un Sistema SCADA Foto Voltaico (FV), desde el cual se monitoricen y almacenen en base de datos todos los datos de operación del sistema. Además, debe de actuar como interfaz para el operador, de tal manera que éste pueda operar y cambiar los parámetros y modos de funcionamiento de la Planta FV Llanera localmente, según se requiera.

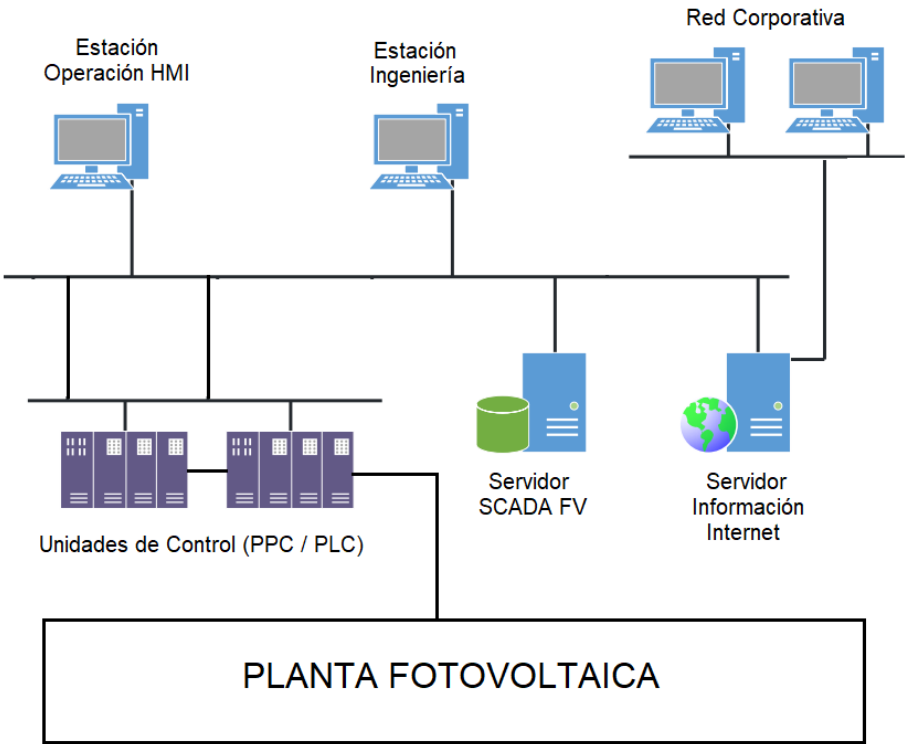


Figura 3. Esquema General Sistema Control FV

La Planta FV contará con UN (1) Controlador de Plantas de Generación (PPC – POWER PLANT CONTROLLER) que recolectará, gestionará y servirá de datos del proceso de generación al sistema SCADA FV local. El Power Plant Controller es una plataforma de automatización diseñada para asistir al operador a gestionar y optimizar el funcionamiento y la gestión de generación eléctrica de la planta fotovoltaica.

Es esencial para la integración eficiente y segura de la energía FV en la red, garantizando un suministro estable y confiable.

El PPC cuenta con un avanzado algoritmo que, combinado con un rápido y eficiente sistema de comunicaciones que responde en menos de un segundo, permite un control preciso de la potencia activa y reactiva que se inyecta en la red. Un analizador de redes de alta precisión, parte del PPC, se encarga de registrar todos los parámetros de red durante el estado operativo. De esta manera se garantiza una regulación rápida y estable con el punto de conexión a la red.

Para la gestión de las señales suministradas por las Unidades Remotas (RTU) / DataLoggers desde los Centros de Transformación (CT) y los datos de los sistemas secundarios y sub-sistemas de la planta (HVAC, Sistema de Control de Accesos – CCTV, Bancos de Baterías y Capacitores, etc.), se incluye un PLC / Gateway que se encargará de monitorizar, adecuar las señales recibidas y generar las acciones y comandos requeridos para el correcto funcionamiento de la Planta FV.

El alcance del proyecto incluye diseño, suministro, instalación, configuración y puesta en marcha de las unidades de control y la aplicación SCADA (Hardware y Software). Igualmente, estos trabajos comprenden la definición detallada del entorno visual de la aplicación SCADA HMI, el desarrollo de las bases de datos de señales FV y las pantallas de operación y supervisión, curvas de tendencia, eventos y alarmas. Para realizar estos trabajos el adjudicatario deberá prestar un servicio de acompañamiento o asistencia técnica para garantizar el correcto desarrollo e implementación de soluciones basadas en su tecnología.

2.2. ESQUEMA GENERAL SISTEMA SCADA FV

El siguiente diagrama de arquitectura de comunicaciones, muestra las interconexiones y comunicaciones entre los diferentes equipos que conforman la planta fotovoltaica (estación meteorológica, inversores, trackers, RTU/DLs, HVAC, Edificios (Servicios), etc.) y los diferentes elementos de control PPC y PLC/Gateway del SCADA FV.

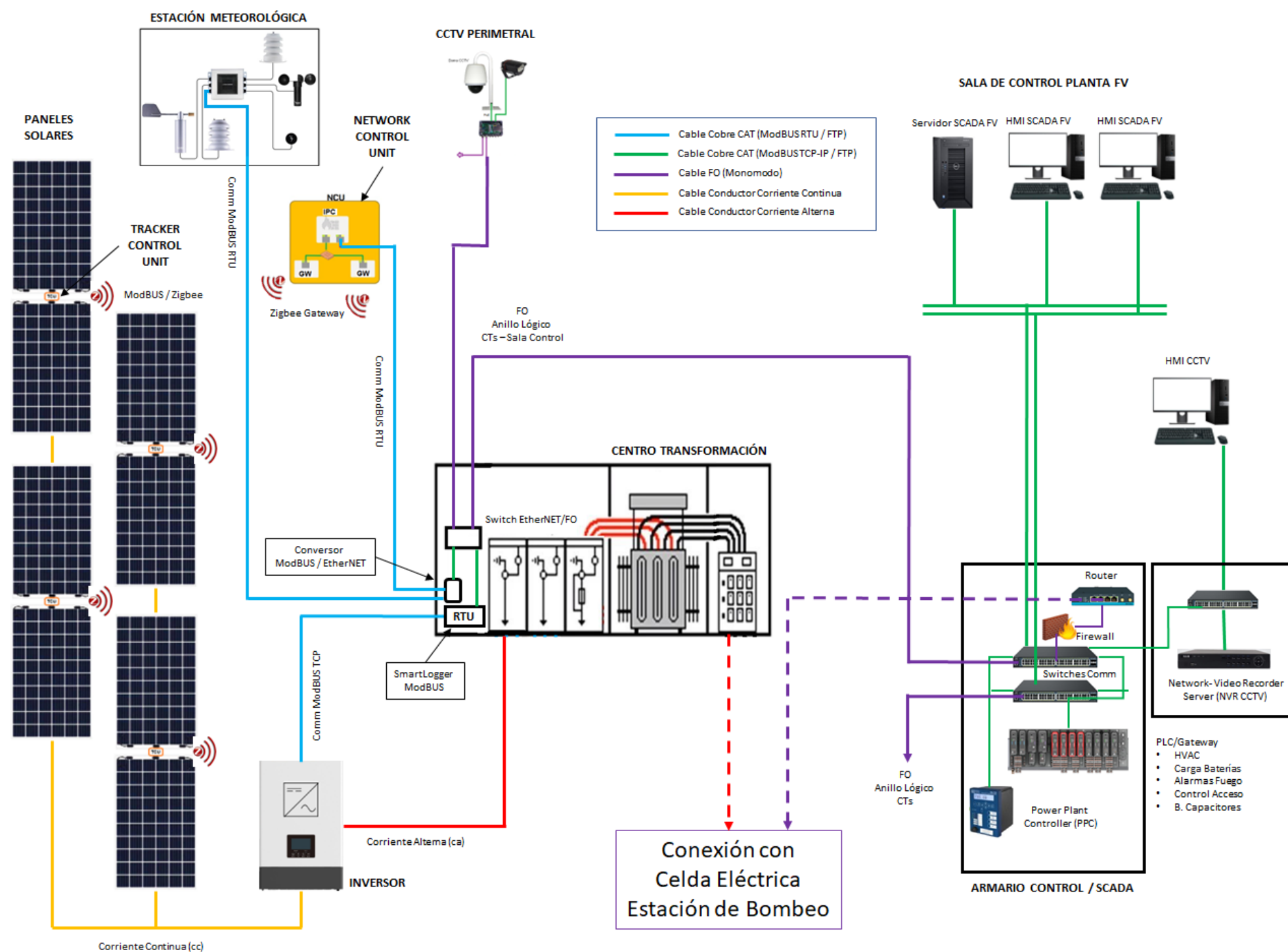


Figura 4. Arquitectura General de Comunicaciones Planta FV Llanera

2.3. TRACKER CONTROL UNIT (TCU)

TCU (Tracker Control Unit): Unidad de Control del seguidor solar. Este elemento es una unidad esclava, la cual transmite datos, recibe órdenes, y posiciona al seguidor en su inclinación óptima en función de la hora solar.

Operan en función de una programación secuencial, en la que se han grabado parámetros de obra establecidos. Se contará con UN (1) TCU por cada seguidor solar (monofila / bifila) en la Planta FV Llanera. En total, se prevén 375 TCUs.

Sistema Zigbee: Sistema de comunicación inalámbrica (Wireless) y de bajo consumo que permite transmitir mediante radiodifusión digital. Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías. Los TCUs se comunicarán con su correspondiente NCU (Network Control Unit) mediante el mencionado protocolo.



Figura 5. Tracker Control Unit

El diseño de la red de comunicaciones para la solución inalámbrica Zigbee debe ser revisado y validado por la propiedad.

2.4. NETWORK CONTROL UNIT (NCU)

NCU (Network Control Unit): Unidad de control de red inteligente, capaz de coordinar y transmitir órdenes a las TCU’s asociadas. La NCU (Maestro) se comunica con las TCUs mediante el protocolo inalámbrico ZIGBEE, mencionado en la sección previa.

El armario / caja de la NCU (en campo) contiene una CPU, así como un Gateway (GW) tipo Zigbee (RS-485, opcional) y un switch Ethernet para comunicaciones con el CT correspondiente mediante protocolo de comunicación RS-485 (via cable serial). Se incluye como parte del suministro, el elemento de comunicaciones (switch / conversor de medios) requerido para la conexión de los diferentes NCU con el CT correspondiente, en configuración punto-a-punto / estrella (Figura 6). El dispositivo debe contar con los puertos necesarios y reservas para futuras expansiones.

El NCU además incorpora sensores atmosféricos, y dispone de forma estándar de un anemómetro. Una de las NCU en cada obra, incluirá un anemómetro ultrasónico y un sensor de nieve.

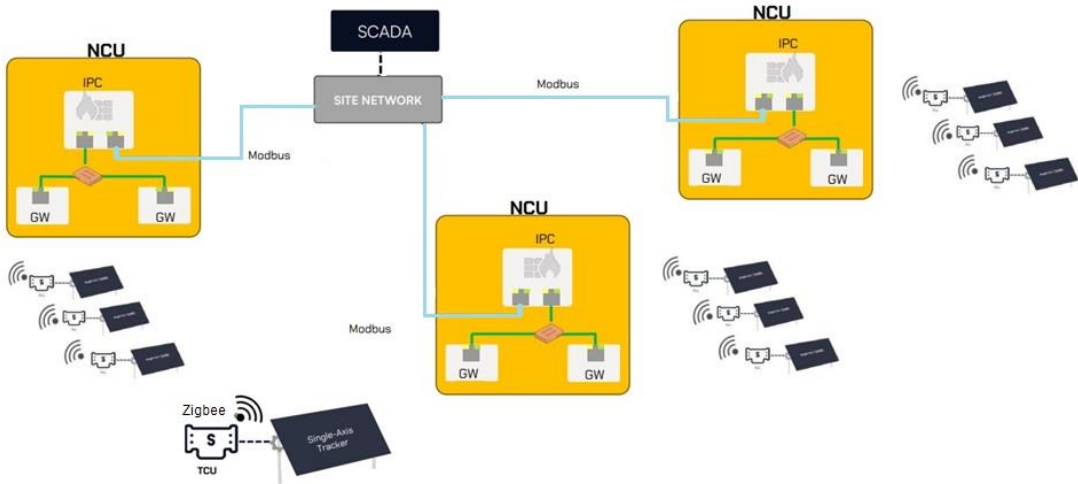


Figura 6. Network Control Unit / Comunicaciones

Las tierras de NCUs se deben instalar de manera independiente a las tierras de los inversores o, en su defecto, se debe comprobar que estén libres de tensiones o ruidos eléctricos para garantizar la correcta operación de los equipos.

El diseño de la red de comunicaciones de las NCUs, deberá ser revisado y validado por la propiedad. Se prevén NUEVE (9) NCUs para la gestión de todos los TCUs en la Planta Solar FV Llanera.

## 2.5. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

El suministro de la estación meteorológica deberá cumplir, entre otros, los siguientes requisitos técnicos:

- Suministro de estaciones meteorológicas y algún sensor adicional para cubrir todas las áreas de la planta fotovoltaica.
- La estación meteorológica deberá utilizar alguno de los protocolos de comunicación incluidos en SCADA, preferentemente RS485 o Modbus TCP.
- Las comunicaciones con las estaciones meteorológicas se realizarán mediante Ethernet.
- Deberá estar incluido en la oferta el suministro de aquellos elementos de soporte necesarios para los equipos que componen la estación meteorológica u otros sensores.
- Las estaciones meteorológicas son un componente crítico para la determinación del desempeño del Proyecto con respecto a las condiciones climáticas y se deben cumplir estrictas especificaciones.
- La cantidad y tipo de estaciones meteorológicas y sensores adicionales que deberá proporcionar e instalar el CONTRATISTA, se especifica en el apartado correspondiente de la sección “Condiciones de implantación e instalación estructural de los elementos de control” del presente documento.
- El suministro de energía para las estaciones meteorológicas será desde el CT donde se encuentren conectadas.

La especificación, el diseño y la instalación de las estaciones meteorológicas deberán cumplir con los requisitos de suministro de datos, incluida la tolerancia y precisión de las mediciones, del operador del sistema eléctrico, de acuerdo con las regulaciones

locales. Se tomarán disposiciones en el sistema SCADA para permitir proporcionar al operador del sistema eléctrico los datos meteorológicos requeridos para el Proyecto que se utilizarán en el pronóstico, en el caso de vertido a red.

## 2.6. INVERSORES ELÉCTRICOS

La Planta FV Llanera incluye Inversores Solares para convertir la corriente continua (energía producida por las placas solares) en corriente alterna. Los strings se conectan a los inversores de cadena (string inverters) mediante cable solar de 6 y 10 mm<sup>2</sup>. Se prevé que la Planta FV Llanera deberá utilizar CINCUENTA Y NUEVE (59) Inversores para la conversión de la energía eléctrica generada.

Los inversores se conectarán al cuadro de protecciones con interruptores automáticos de caja moldeada en el Centro de Transformación mediante cables unipolares de 240 o 400 mm<sup>2</sup>. El cuadro de protecciones conectará con un transformador de elevación de devanado simple en primario y de devanado doble en el secundario, con una potencia de entre 4,62 y 6,9 MVA donde se eleva la tensión hasta el nivel requerido.

La potencia de los inversores se limitará mediante los equipos de control de la planta, en concreto a través del sistema de monitorización (SCADA) y del controlador de los inversores (Power Plant Controller o PPC), de tal forma que en el punto de conexión se entregará la potencia limitada a la planta como máximo.

Los inversores previstos emplearán la técnica de seguimiento del punto de máxima potencia de panel (MPPT), que permitirá obtener la máxima eficiencia posible del generador fotovoltaico en cualquier circunstancia de funcionamiento. El equipo permitirá el funcionamiento tanto en modo automático como en modo manual.

En cuanto a transmisión de datos, los Inversores se conectarán con los CTs mediante buses de campo ModBUS RTU como se muestra en la Figura 7. Cada bus podrá gestionar hasta TREINTA (30) Inversores y cubrir una distancia de hasta 1200 metros. El SmartLogger contará con la capacidad necesaria para gestionar eficientemente los inversores conectados al bus.



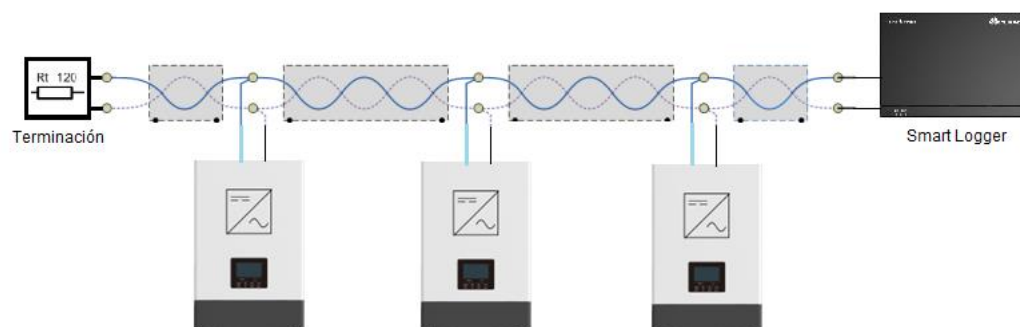


Figura 7. Inversores Eléctricos / Bus Comunicaciones

## 2.7. UNIDADES DE CONTROL REMOTAS – DATALOGGERS

Se suministrará una RTU/DataLogger para cada uno de los Centros de Transformación (CTs), y otro para la Subestación Eléctrica (de ser necesario). Cada RTU/DL contará con funciones Smart Datalogger, un conmutador Ethernet+FO, fuentes de alimentación, conversores de RS-485 y entradas digitales a Ethernet, un UPS y una batería. La RTU/DL leerá y almacenará los datos de hasta 30 equipos inversores (máximo) conectados en bus. Cumplirá con los siguientes requisitos:

- El datalogger calculará promedios e integraciones de 1 minuto y 15 minutos de todas las variables medidas.
- En caso de pérdida de comunicaciones con el centro de control, el dispositivo datalogger tendrá la capacidad de almacenar datos localmente durante al menos una semana con una granularidad de 1 segundo, junto con los valores de 1 minuto y 15 minutos. Una vez restablecida la comunicación entre el centro de control y la RTU/DL, la información almacenada debe cargarse como datos históricos a la base de datos histórica central SCADA.
- Debe poder comunicarse con todos los equipos de la planta directamente o mediante un gateway. Si alguno de los equipos tiene un protocolo de comunicación diferente a los soportados, también se incluirá en el alcance del suministro un convertidor si es necesario. Esos dispositivos serán:

- PPC.
- PLC / Gateway
- Inversores.
- Estaciones meteorológicas y otros sensores colocados en el campo (piranómetros, sensores de polvo y temperatura)
- Sistema de control de seguidores NCU.
- Transformador de MT.
- Aparamenta de transformadores.
- Aparamenta en subestación.
- Otros sensores que requieran monitorización.
- Medidores

- Debe poder comunicarse con el centro de control SCADA FV (PPC / PLC) a través de una conexión concurrente enviando todos los datos en el protocolo, formato y frecuencia requeridos.
- El UPS tendrá 10 minutos de autonomía.
- El switch de comunicaciones de la RTU/DL dispondrá de suficientes puertos para conectar, por un lado, todos los dispositivos / buses de campo (Inversores) y por otro lado los externos conectados a ella (PPC / PLC). Como mínimo, se deben considerar 2 puertos extra libres (de cada tipo) para posibles futuras modificaciones y para mantenimiento.

Las RTU/DL en las CTs contarán con un interruptor automático de suministro de energía que cambiará de un suministro de energía a otro en caso de un corte del servicio. Las RTU/DL contarán con suministro eléctrico desde la estación transformadora y el edificio de O&M o de servicios auxiliares.

2.7.1. CUADRO / ARMARIO PARA RTU - DATALOGGER

Las RTU/DataLogger, en los Centros de Transformación, se instalarán en un armario con los siguientes requisitos:

- El armario (cerrado) tendrá un grado mínimo de protección IP65 según IEC 60529 y tendrá doble aislamiento Clase II según IEC 61140. Con las puertas abiertas, el grado mínimo de protección del armario será IP20.
- La caja deberá estar dimensionada y contar con todos los medios necesarios para garantizar que todos los equipos instalados en su interior estarán dentro del rango de temperatura de trabajo del equipo con temperatura ambiente entre -20°C y +45°C.
- El índice de protección frente a impactos mecánicos externos será IK10.
- El conjunto deberá estar diseñado para acceso frontal. Todos los componentes deben ser completamente accesibles para verificaciones, pruebas y mantenimiento desde el frente del panel.
- Las puertas estarán provistas de junta de neopreno para minimizar la entrada de polvo.
- Habrá glándulas de ventilación (x2) en la parte superior de la caja. Las glándulas de ventilación estarán a ambos lados de la caja.
- La entrada de cables se realizará en la parte inferior del armario.
- Se adjuntará una carpeta de plástico con el SLD en el lado interno de la puerta.
- Con cada caja se suministrarán accesorios de orejetas metálicas de fijación.
- La caja dispondrá de una placa interna de metacrilato para proteger a los operadores de contactos accidentales.
- El sistema de visualización de puertas debe ser con una llave ETA metálica,



Figura 8. Llave ETA

Características del armario	
Material	No metálico
Código IP	IP65
Tipo de clase de aislamiento	Clase II-Doble aislamiento
Ventilación	2 a ambos lados
Sistema de cierre	Llave ETA
Accesorios de montaje en pared	4 metálicos
Índice de protección mecánica	IK10

2.8. CENTRO DE CONTROL FV

Se especificarán los servicios necesarios para configurar todas las señales, objetos y pantallas del centro de control SCADA FV. Esto es, el desarrollo de los objetos y pantallas necesarios, para la integración de las señales en tiempo real de proceso en las unidades de Control de la Planta FV. Estos objetos y pantallas deberán ser generados con el software de configuración SCADA suministrado.



A continuación, se describen los elementos / dispositivos de Control que conforman o estarán integrados con el Sistema de Control y Supervisión SCADA FV Llanera.

**2.8.1. POWER PLANT CONTROLLER**

Se deberá suministrar UN (1) Controlador de Planta de Potencia (PPC) para la supervisión y gestión del proceso de generación de energía eléctrica fotovoltaica en la Central FV Llanera.

REQUISITOS ESPECÍFICOS

El Contratista será responsable de todos los requisitos de suministro del PPC, incluyendo, pero no limitado a:

- Conexión / Integración con (PLC) - SCADA.
- Suministro de Energía Ininterrumpido (UPS)
- Configuración de Pantallas Interfaz Hombre-Máquina (HMI SCADA).
- Alarmas.
- Software de historiador de datos (incluyendo personalización de software).
- Integración de sistema y software
- Cableado/conexiones con equipos en red del Sistema SCADA.
- Despliegue, puesta en marcha, y pruebas del PPC.
- Soporte completo para la integración del PPC en el SCADA FV

El PPC tendrá su propio hardware. No puede proporcionarse como un software para ejecutarse en el servidor SCADA.

El PPC debe proporcionarse como un sistema redundante, con dos sistemas independientes, con modo de intercambio en caliente.

El PPC incluirá un UPS solo para el PPC, con capacidad para 2 horas.

El equipo PPC debe poder gestionar el inversor y cualquier otro equipo involucrado en el control de la planta de potencia: banco de capacitores, OLTC (cambiador de tomas en carga), STATCOM, etc.

El PPC debe permitir acceso remoto. Debe ser capaz de mantener al menos 6 conexiones simultáneas. Las conexiones se reservarán para usos específicos para garantizar la operación del sitio de la siguiente manera:

- Una conexión se reservará para el SCADA
- Una conexión se reservará para el operador de la red para enviar cualquier comando
- Una conexión se reservará para la oficina de control para leer los datos requeridos y enviar cualquier comando
- Una conexión se utilizará para comunicarse con inversores y otros equipos que puedan recibir comandos del PPC
- Una conexión se reservará para comunicarse con el analizador de red
- Todas las demás conexiones se utilizarán para la conexión del personal de O&M

El PPC deberá tener un datalogger incorporado. El tiempo de muestreo requerido debe ser inferior a 250 ms y una capacidad mínima disponible de 3 Gb.

Todos los datos del PPC se podrán compartir con el SCADA FV.

Las mediciones de variables eléctricas de la red se pueden realizar localmente, a través de un analizador de red o por comunicaciones remotas (es decir, Ethernet, DNP3 o IEC 60870-5-104), y dependerán de las especificaciones finales del proyecto.

Entradas de corriente del analizador de potencia: Transformadores de corriente (TC) con devanados secundarios de 1 A / 5 A. Entradas de voltaje del analizador de potencia: deberían estar disponibles diferentes configuraciones: 110 V línea a línea y 100 V línea a línea.

El analizador de potencia deberá proporcionar mediciones con las siguientes precisiones:

Variable	Precisión
Energía activa y aparente	Clase 0.2 S
Voltaje	(0-120 %) ± 0,2%
Corriente	(0-120 %) ± 0,2%
Factor de potencia	± 0,2 %,
Potencia activa	± 0,2 %
Potencia reactiva	± 0,3 %
Potencia aparente	± 0,2 %
Frecuencia	10 mHz según IEC 61557
THD Clase	0,5s según IEC 61000-4-7

Tiempo de muestreo < 50 ms o el requerido para cumplir con los requisitos de tiempo de respuesta del código de red.

Ciclo de tiempo de comunicación Para cumplir con los requisitos de tiempo de respuesta del código de red.

Nota: Es responsabilidad del proveedor asegurar que estos valores permitan que el PPC cumpla completamente con los requisitos del código de red. De lo contrario, el equipo de medición deberá ser mejorado para ese propósito por el proveedor. De la misma manera, el comprador podría aceptar valores de precisión ligeramente peores si el proveedor garantiza el cumplimiento del código de red

El PPC deberá tener la opción de limitar la potencia reactiva máxima proporcionada por el sitio. Este límite se aplicará siempre que el PPC esté ajustando automáticamente la potencia reactiva en cualquier modo de trabajo.

El PPC deberá tener todas las opciones y modos de trabajo requeridos por el código de red, y también los siguientes:

- Regulación Automática de Voltaje (AVR)
- Control del factor de potencia
- Restricciones de potencia activa
- Control de potencia reactiva
- Incremento de potencia activa
- Reducción de potencia activa
- Control de frecuencia
- Amortiguación de Oscilaciones de Potencia con potencia reactiva (POD-Q).

El PPC deberá generar alarmas siempre que se detecte un problema interno, si uno de los PPC está fuera de servicio o siempre que no se pueda alcanzar una de las configuraciones.

2.8.2. RELOJ SINCRONIZACIÓN - GPS

El reloj interno en el PPC debe mantenerse sincronizado con un reloj GPS que estará en la subestación o en Sala de Control.

Todos los comandos recibidos para cambiar el punto de ajuste o el modo de trabajo del PPC deben registrarse con el tiempo en que se recibieron, y estos datos deben estar disponibles para que el SCADA los lea.

Las marcas de tiempo deben registrarse con una resolución mínima de 1ms.

El reloj interno debe sincronizarse con el reloj GPS para mantener una desviación de menos de 10µs.

2.8.3. PLC / GATEWAY

Se incluye un PLC / Gateway para la centralización y gestión de los datos de la Planta FV Llanera en Sala de Control.

El PLC / Gateway instalado en la sala de control deberá proporcionar un servidor web con SCADA FV básico que permita a O&M conectarse a él mediante la Estación HMI y ver el estado y las alarmas en tiempo real del sitio en caso de falla de la conexión con el SCADA Central.

Este PLC centralizará todas las señales de la Planta FV (proceso de generación eléctrica (CTs, Inversores, Estaciones Meteo, etc.) y servicios adicionales (HVAC, Control Accesos, Baterías, etc.) y se comunicará con el SCADA Central de ACUAMED. Ninguna otra RTU se comunicará directamente con el SCADA Central.

2.8.4. FIREWALL / CORTAFUEGOS

Se suministrará un elemento de seguridad para proteger las comunicaciones / red local del tipo Fortigate Cluster (o similar) conformado por dos (2) cortafuegos / firewall. Se deberán cumplir los siguientes requisitos:

Capacidad para configurar túneles VPN: debe mantener al menos 10 conexiones VPN de sitio a sitio utilizando Ipsec. Capacidad de configurar túneles VPN de cliente dinámico: debe mantener al menos 30 conexiones simultáneas con el cliente VPN SSL dinámico.

- Capacidad para gestionar el tráfico de 30 usuarios simultáneos.
- Gestión de VLAN. Capacidades de enrutamiento y gestión de VLAN.
- Puntos de acceso wifi, gestionables a través del Firewall. Con gestión de múltiples SSID.
- Capacidad para gestionar múltiples conexiones WAN y redundancia entre ellas.
- Licencia de 1 año de Forticare Premium. Esta licencia se activará cuando el sistema esté conectado a Internet y no antes.
- Capacidad para gestionar el tráfico de protocolo industrial en capa 7.
- Se construirá al menos un segmento DMZ para la exhibición de servicios.
- Se construirá al menos un segmento o VLAN para PPC y/o dispositivos de control.
- Se construirá al menos un segmento o VLAN para los dispositivos de la planta.

2.8.5. CUADRO DE CONTROL

El alcance debe incluir el suministro e instalación de un CUADRO / ARMARIO de control en la que se instalarán los siguientes elementos:

- PLC / Gateway
- PPC
- Firewall

- Dos conmutadores Ethernet+FO para cerrar los anillos FO procedentes del campo (Centros de Transformación / MT)
- Conversores de medios si es necesario
- Paneles de conexiones Ethernet
- Paneles de conexión FO
- UPS para el PPC con autonomía de 2 horas

Además, se debe incluir su configuración, diseño, instalación y puesta en marcha.

2.8.6. EQUIPAMIENTO SCADA FV / HMI

Para la implementación del Sistema SCADA FV, se requiere el suministro del hardware necesario (servidores y estaciones) y las licencias correspondientes (software). En principio, el SCADA FV deberá contar con:

- Servidor Scada FV / Servidores Virtuales FV
- Estación de Ingeniería / Programación (Desktop / Laptop)
- Estación de Operación (Cliente HMI)

La configuración mínima del hardware del Servidor SCADA FV estará determinada por los requisitos del sistema operativo y los requerimientos del proceso. Las especificaciones que se indican deberán ser usadas como referencia (funcionalidad mínima) y ser ajustadas en función del requerimiento real:

Componente	Especificación
Procesador	Intel Xeon Silver
Frecuencia Procesamiento	3,2 GHz
Memoria Caché	11 MB
Memoria Interna	32 GB (DDR4)
Almacenamiento (RAID)	Hasta 8 HDDs
Conectividad	10 Gbit EtherNet
Puertos	EtherNet LAN x 2
Tipo Chasis	Bastidor (2U)
Tecnología Virtualización	VT-x / VT-d

El software SCADA FV deberá estar en su más reciente versión y deberá garantizar una integración correcta y sin fisuras con el SCADA Central. La capacidad de la licencia del Software SCADA FV deberá cubrir en exceso los requerimientos del proceso de la Planta FV Llanera. Se estima que el SCADA FV deberá ser capaz de gestionar 2000 – 3000 señales.

En general, el software SCADA deberá contar con las siguientes funcionalidades y cumplir con los requerimientos que se indican:

- Plataforma tecnológica de vanguardia
- Gestión de aplicación fotovoltaica / energía
- Incremento y extensión de funcionalidades SCADA y Control
- Gestión de entornos distribuidos / integración con 3<sup>os</sup>
- Seguridad / Ciberseguridad
- Arquitectura flexible (Sistema abierto) y Escalable

Por su parte, el hardware de las estaciones (Programación / HMI) deberá cubrir y/o exceder los requerimientos básicos para estaciones SCADA. Deberán contar con las herramientas necesarias para conectividad y comunicaciones efectivas. Así como un procesamiento gráfico óptimo.

Las especificaciones que se indican deberán ser usadas como referencia (funcionalidad mínima) y ser ajustadas en función del requerimiento real:

Componente	Especificación
Procesador	Intel Core i5
Frecuencia Procesamiento	2,4 GHz
Memoria Caché	8 MB
Memoria RAM	16 GB (DDR4)
Almacenamiento	PCIe SSD – 512GB
Conectividad	EtherNet, WiFi, Bluetooth
Puertos	EtherNet
Tipo Chasis	Torre
Pantalla / Monitor	24” LED

Para la instalación y montaje del Servidor SCADA, de las estaciones HMI y de los equipos / elementos de la red de comunicaciones, se incluye UN (1) armario / bastidor con las siguientes características mínimas:

- Envolverte Metálica 19” H 2000 x W 800 x D 1200
- Puerta de cristal / microperforada
- Montaje en suelo
- Grado Protección: IP30
- Ventiladores / Termostato



Figura 9. Armario IT / Servidor SCADA

DATOS HISTÓRICOS

En caso de pérdida de las comunicaciones con una o más de las RTU, el SCADA FV podrá llenar todos los espacios en blanco creados en el historiador del SCADA CENTRAL. Para ello, el SCADA FV creará un archivo “JSON” con los datos faltantes y lo subirá al SCADA CENTRAL.

SCADA CENTRAL no solicitará estos datos ni intentará leerlos del SCADA FV. El SCADA FV controlará las comunicaciones con todas las RTU en el sitio y el Internet, y en caso de que haya una pérdida de comunicaciones, el SCADA FV creará archivos .JSON con los datos faltantes y los subirá al servidor.

2.9. RED DE COMUNICACIONES

Se establecerá una red de comunicaciones robusta entre los diferentes equipos de la instalación (CTs / Subsistemas) para garantizar la conexión con el centro de control. Se deben utilizar conmutadores / switches FO gestionables para la creación de redes y los conversores de medios necesarios.

Se implementará un anillo lógico / red de comunicaciones por FO para el circuito de MT en la planta. Esta red conectará todas los Centros de Transformación (CT) con el centro de control de la Planta FV. El anillo lógico consistirá en realizar un entrelazado en la propia tirada de fibra óptica, usando varios hilos para garantizar redundancia en las comunicaciones de la red de FO. Ver Figura 10.

Esta red de comunicación FO de la Planta FV Llanera, se implementará mediante el uso de UN (1) cable o monotubo independiente, de 24 fibras, con armadura dieléctrica y cubierta exterior resistente a las condiciones existentes. Todas las fibras / cores de los cables FO se conectarán en las cajas divididas o paneles de conexión (Patch Panels). No se dejará ninguna fibra / core sin conectar.

Estos cables de FO de la Red de comunicaciones de la Planta SFV, serán independientes y distintos a los que se utilicen para el CCTV (Sistema de Seguridad).

Por otra parte, para la conexión del Centro de Control FV con la Subestación / EB, se contará con UN cable FO blindado, en zanja, y se aprovechará el ruteado del cable de conexión con la Celda Eléctrica de la Estación de Bombeo Llanera (Evacuación). En este caso, los cables FO serán de DOCE (12) fibras.

Si se requiere usar cables Ethernet para las comunicaciones entre equipos, éstos deberán ser tipo CAT7. Para tendidos fuera de edificios, se permitirá una longitud máxima de cable de 100 m., para conexiones de más de 100 m. se utilizará FO.

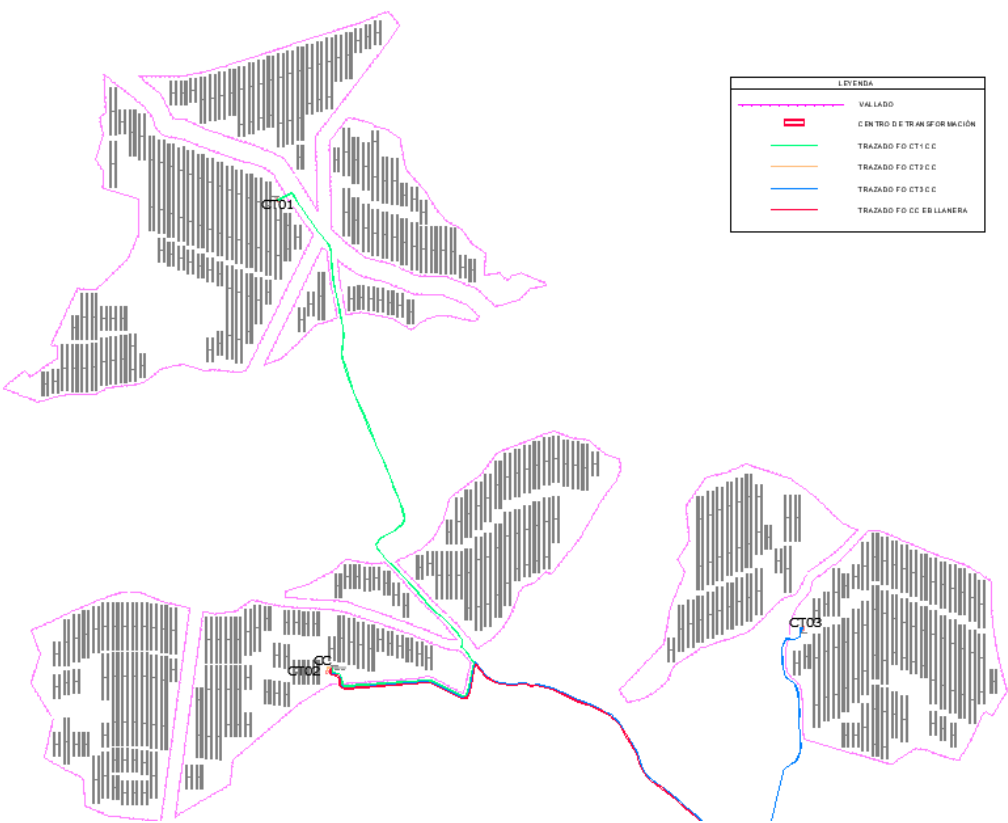


Figura 10. Red Comunicaciones FO / Anillo Lógico PSFV Llanera

De ser necesaria la instalación de sensores adicionales a los mencionados, se deberá suministrar el equipo necesario para conectar el sensor tanto a la red de fibra óptica como a la alimentación eléctrica.

Los switches de comunicación que se suministren serán preferiblemente de uno de los siguientes fabricantes (o equivalentes en cuanto a compatibilidad y prestaciones):

- Moxa
- Cisco
- Fortinet
- WoMaster

Los switches se dividirán en dos categorías:

A. Switches CORE. Para instalar en zona con ambiente controlado, en rack de 19". Dos unidades (redundantes) para trabajar en HA.

B. Switches de CAMPO. Dispositivos según IEC 61850-3 e IEEE 1613, para instalación en zonas no climatizadas (cajas de campo / field boxes).

Todos los switches deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Serán conmutadores de capa 2 gestionables por HTTPS y SSH.
- La velocidad mínima será Gigabit Ethernet.
- Tendrán algún modo de acceso a los medios (802.1x).
- Tendrán capacidad para gestionar SNMP.
- Ser capaz de gestionar protocolos de convergencia STP y redes en anillo.
- Preferentemente la gestión será centralizada con un NAC

2.9.1. CONEXIÓN CON SCADA DEL TRASVASE

Como ya se ha mencionado en secciones previas, el Sistema de Control / SCADA FV Llanera, se conectará con la Estación de Bombeo Llanera, mediante conexión segura con cables de FO. El objetivo es lograr la operación y alimentación optima de los equipos en la EB, en función de la disponibilidad de la energía FV.

Es de hacer notar que tanto el hardware como el firmware del PLC / Sistema de Control existente en la Estación de Bombeo Llanera, deberá ser actualizado para dotar al equipo con las capacidades y funcionalidades más recientes incluyendo comunicación y conectividad para garantizarán la correcta comunicación con todos los elementos que conforman el sistema, incluyendo el nuevo Sistema SCADA Central y, más específicamente, con el Sistema SCADA FV Llanera.

Estas actuaciones (actualización / reemplazo de Sistema de Control EB existente, PLC, Estaciones HMI, Comunicaciones, etc.) se tienen previstas como parte del alcance del Proyecto de Adecuación del Sistema de Telemando y Control del Trasvase / Estaciones de Bombeo.

3. PUNTOS DE CONTROL Y DATOS MÍNIMOS REQUERIDOS

La siguiente es una lista mínima requerida de etiquetas de monitorización y control para el sistema SCADA FV. Todas las señales monitorizadas por el SCADA tendrán también el valor de calidad de la señal.

3.1. SUBESTACIÓN

3.1.1. DISTRIBUIDORA ELÉCTRICA DE LA ZONA LOCAL

A pesar de que las plantas fotovoltaicas a controlar no realicen vertido a red, el CONTRATISTA deberá cumplir con los requisitos SCADA de la distribuidora Eléctrica de la zona. Se utilizará la última versión de los documentos de referencia de la distribuidora Eléctrica de la zona.

Generalmente, la mayoría de los datos de telemetría requeridos por la distribuidora se proporcionarán desde un medidor de calidad de energía suministrado por el Contratista (no el Proveedor SCADA). La información/datos proporcionados a la distribuidora Eléctrica de la zona también incluirá el estado de la Interrupción de Alto Voltaje (HVI). Los datos transmitidos a la distribuidora Eléctrica serán al menos:

Equipamiento	I/O	D/A	Descripción
Interruptor AT	Entrada	Discreta	Estado (on/off) of HVI
Unidad de medida	Entrada	Analógica	Potencia activa
	Entrada	Analógica	Potencia reactiva
	Entrada	Analógica	Fase 1 – Tensión de neutro
	Entrada	Analógica	Fase 2 – Tensión de neutro
	Entrada	Analógica	Fase 3 – Tensión de neutro
	Entrada	Analógica	Fase 1 Corriente
	Entrada	Analógica	Fase 2 Corriente



	Entrada	Analógica	Fase 3 Corriente
	Entrada	Discreta	Estado de conexión del generador
	Entrada	Discreta	Alarma de fallo de protección de interfaz
	Entrada	Discreta	Heartbeat

En caso de ser requerido, la potencia consumida por el Proyecto se registrará mediante un medidor separado con una lista de variables similar a la anterior.

Equipamiento	I/O	D/A	Descripción	Unidades
Medidor de verificación de ingresos	Entrada	Analógica	Voltajes de fase	kV
	Entrada	Analógica	Voltajes de línea	kV
	Entrada	Analógica	Potencia Activa	kW
	Entrada	Analógica	Potencia reactiva	kVAR
	Entrada	Analógica	Factor de potencia	
	Entrada	Analógica	Corrientes de fase	A
	Entrada	Analógica	Frecuencia	Hz
	Entrada	Analógica	Energía exportada	kWh
	Entrada	Analógica	Energía Importada	kWh
	Entrada	Analógica	Voltajes de fase	kV
	Entrada	Analógica	Voltajes de línea	kV
	Entrada	Analógica	Potencia Activa	kW

Los datos del medidor de verificación de ingresos y del medidor de servicio, si corresponde, deberán ajustarse a las unidades recomendadas, el número mínimo de decimales y las convenciones de signos para potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia.

3.1.2. EQUIPOS PRINCIPALES PSFV

El CONTRATISTA deberá monitorear y controlar los equipos principales de la subestación eléctrica. En el SCADA/HMI se mostrará un diagrama unifilar completo con los datos de medición y el estado del equipo. El control y monitorización de los equipos se realizará a través del SCADA de la subestación.

Todas las señales disponibles de la subestación (datos del transformador elevador de alto voltaje, datos del interruptor, estados de los interruptores, etc.) se capturarán dentro de un concentrador de datos de la subestación (RTAC) y se pondrán a

disposición del sistema SCADA. Las operaciones automatizadas de control de la subestación (apertura/cierre del interruptor, etc) estarán disponibles en el sistema SCADA. Las entradas/salidas típicas para la subestación eléctrica principal incluirán, entre otras:

Equipamiento	I/O	D/A	Descripción
Interruptor-seccionador de carga motorizado	Salida	Discreta	comando para abrir
	Salida	Discreta	Comando para cerrar
	Entrada	Discreta	Cambiar estado abierto/cerrado
Disyuntor principal (HVI)	Salida	Discreta	comando para abrir
	Salida	Discreta	Comando para cerrar
	Entrada	Discreta	Estado del interruptor abierto/cerrado/disparado
	Entrada	Discreta	armado de resorte
	Entrada	Discreta	Presion del gas
Transformador	Entrada	Discreta	Vacuómetro de presión
(puede no ser aplicable a algunos proyectos) Global	Entrada	Discreta	Alarma de temperatura del devanado del transformador principal
	Entrada	Discreta	Disparo por temperatura del devanado del transformador principal
	Entrada	Discreta	Alarma de temperatura del aceite del transformador principal
	Entrada	Discreta	Disparo por temperatura del aceite del transformador principal
	Entrada	Discreta	Alarma del indicador de nivel de aceite del transformador principal
	Entrada	Discreta	Disparo del indicador de nivel de aceite del transformador principal
	Entrada	Discreta	Alarma de aumento rápido de presión del transformador principal
	Entrada	Discreta	Disparo por aumento rápido de presión del transformador principal
	Entrada	Discreta	Sensor de derrame de petróleo
Aparamenta de Media Tensión - Global	Salida	Discreta	Comando para abrir el interruptor 1
Considerando 2 alimentadores de 5 MW (proyecto de 10 MW)	Salida	Discreta	Comando para cerrar el interruptor 1
	Salida	Discreta	Comando para abrir el interruptor 2
	Salida	Discreta	Comando para cerrar el interruptor 2
Por alimentador: global	Entrada	Discreta	Estado del interruptor 1 abierto/cerrado/disparado
	Entrada	Discreta	Rompedor 1 resortes armado
	Entrada	Discreta	Presión de gas del interruptor 1



Por alimentador: global	Entrada	Discreta	Estado del interruptor 2 abierto/cerrado/disparado
	Entrada	Discreta	Rompedor 2 resortes armado
	Entrada	Discreta	Presión de gas del interruptor 2
Panel de protección de Edf de control			
SEL-421 o equivalente	Entrada	Discreta	alarma por viaje
	Entrada	Discreta	Alarma por fallo del relé
	Entrada	Discreta	Estado de comunicación
SEL-2440 o equivalente	Entrada	Discreta	Viaje de traslado
	Entrada	Discreta	Fallo del disyuntor HVI
	Entrada	Discreta	Estado de la DGEO
	Entrada	Discreta	Fallo de comunicación de teleprotección
	Entrada	Discreta	Alarma por fallo del relé
	Entrada	Discreta	Estado de comunicación
SEL-487E o equivalente	Entrada	Discreta	alarma por viaje
	Entrada	Discreta	Alarma por fallo del relé
	Entrada	Discreta	Estado de comunicación
RTAC (para bucle de control del factor de potencia y otros)	Entrada	Discreta	Falla
	Entradas	Discreta	Todos los datos de medición necesarios
	Entradas	Discreta/	Otros equipos
		Analog	Puntos de ajuste del factor de potencia
	Salidas	Discreta	Estado del hecho de potencia
	Entrada	Discreta	Estado de comunicación
Reducción	Entrada	Discreta	Producción máxima permitida para el Proyecto
Sistema de teleprotección	Salida	Analógic a	Alarma general
	Entrada	Discreta	Estado de comunicación
Sistema batería	Entrada	Discreta	Alarma general
	Entrada	Discreta	Alarma de comunicación
Sistema inversor	Entrada	Discreta	Alarma general: define la condición y es por inversor.
	Entrada	Discreta	Temperatura
Sistema antiincendios	Entrada	Discreta	detector de humo 1
	Entrada	Discreta	detector de humo 2
	Entrada	Discreta	detector de humo 3
	Entrada	Discreta	Puerta 1
Sistema de intrusión	Entrada	Discreta	Puerta 2
	Entrada	Discreta	Puerta electrónica
	Entrada	Discreta	Temperatura de la subestación.

3.1.3. APARAMENTA MT

Para cada Celda de Media Tensión:

Equipamiento	I/O	D/A	Descripción
Breaker 1 (feeder)	Entrada	Discreta	Breaker 1 open/closed/tripped status
Breaker 1 (feeder)	Entrada	Discreta	Breaker 1 springs armed
Breaker 1 (feeder)	Entrada	Discreta	Breaker 1 gas pressure
Breaker 2 (step up transformer)	Entrada	Discreta	Breaker 2 open/closed/tripped status
Breaker 2 (step up transformer)	Entrada	Discreta	Breaker 2 springs armed
Breaker 2 (step up transformer)	Entrada	Discreta	Breaker 2 gas pressure

3.1.4. TRANSFORMADORES

Para cada transformador de Media Tensión:

Equipamiento	I/O	D/A	Descripción
Paso a Trafo de MT para salida del inversor en la estación	Entrada	Analógica	Temperatura Aceite
	Entrada	Digital	Prealarma temperatura aceite
	Entrada	Digital	Alarma temperatura aceite
	Entrada	Digital	Prealarma nivel aceite
	Entrada	Digital	Prealarma nivel aceite

3.1.5. INVERSORES

Para cada inversor CC / CA:

Equipamiento	I/O	D/A	Descripción
Inversor	Entrada	Analógica	Voltaje de CC
	Entrada	Analógica	Intensidad CC
	Entrada	Analógica	Potencia activa CA
	Entrada	Analógica	Potencia reactiva de CA
	Entrada	Analógica	Temperatura del inversor
	Entrada	Analógica	Temperatura del disipador de calor
	Entrada	Analógica	Frecuencia CA

	Entrada	Analógica	Vatios-hora acumulados
	Entrada	Analógica	Tiempo en línea del día
	Entrada	Discreta	Códigos de error del inversor
	Salida	Discreta	Encendido apagado
	Entrada	Discreta	Modo inversor (retroalimentación para encendido/apagado)
	Entrada	Analógica	Heartbeat

3.1.6. POWER PLANT CONTROLLERS (PPC)

Para cada Controlador de Potencia Eléctrica.

Equipamiento	I/O	D/A	Estado de comunicación
PPC	Entrada	Digital	Modo de operación
	Entrada	Analógica	Potencia activa
	Entrada	Analógica	Ajuste de potencia activa
	Entrada	Analógica	Potencia reactiva
	Entrada	Analógica	Punto de consigna de potencia reactiva
	Entrada	Analógica	Factor de potencia
	Entrada	Analógica	Punto de ajuste del factor de potencia
	Entrada	Analógica	Frecuencia
	Entrada	Analógica	Voltaje
	Entrada	Analógica	Punto de ajuste de voltaje

3.1.7. ESTACIÓN METEOROLÓGICA Y OTROS SENSORES

Para cada estación meteorológica y sensor:

Estación Meteorológica	I/O	D/A	Irradiancia horizontal (temperatura corregida)
	Entrada	Analógica	Irradiancia horizontal (Tª corregida)
	Entrada	Analógica	Irradiancia difusa
	Entrada	Analógica	Temperatura de bulbo seco
	Entrada	Analógica	Humedad relativa
	Entrada	Analógica	Velocidad del viento
	Entrada	Analógica	Dirección del viento
	Entrada	Analógica	Temperatura ambiente
	Entrada	Analógica	Pluviómetro
	Entrada	Analógica	Heartbeat

	Entrada	Analógica	Humedad
	Entrada	Analógica	Presión
Albedómetro	Entrada	Analógica	Irradiancia del piranómetro superior (temperatura corregida)
	Entrada	Analógica	Irradiancia del piranómetro inferior (temperatura corregida)
Sensores de polvo	Entrada	Analógica	Nivel de polvo
Plano del piranómetro de matriz.	Entrada	Analógica	Irradiancia (temperatura corregida)
Piranómetro en la parte trasera	Entrada	Analógica	Irradiancia (temperatura corregida)
Sensor de temperatura de los módulos	Entrada	Analógica	Temperatura del panel

3.1.8. MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA DE MONTAJE DEL SEGUIDOR FOTOVOLTAICO - NCU

Las especificaciones para la monitorización de los sistemas de montaje de seguidores se determinarán en función de las capacidades del fabricante seleccionado. Una lista inicial de KPI que se deben monitorear y registrar incluye:

Equipación	I/O	D/A	Irradiancia horizontal (temperatura corregida)
Seguidor	Entrada	Analógica	Ángulo de orientación real de las filas de seguidores.
	Entrada	Analógica	Punto de ajuste del ángulo
	Entrada	Analógica	error de ángulo
	Entrada	Digital	Indicador de almacenamiento de viento
	Entrada	Digital	Falla de energía
	Entrada	Digital	Nivel de batería
	Entrada	Digital	Interruptor final presionado
	Entrada	Digital	Rastreador desactivado
	Entrada	Analógica	Rastreador de datos del sensor meteorológico
	Entrada	Digital	Estado del sensor meteorológico del rastreador
	Entrada	Digital	Estado de las comunicaciones

El CONTRATISTA integrará las funciones de monitorización y control del sistema de montaje del seguidor en el sistema SCADA general del Proyecto.

3.1.9. MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

El SCADA podrá comunicarse con el sistema de seguridad para informar cualquier alarma técnica que el sistema de seguridad pueda informar. La lista final de señales a monitorear dependerá del sistema de seguridad finalmente instalado, pero como lista inicial se puede utilizar la siguiente:

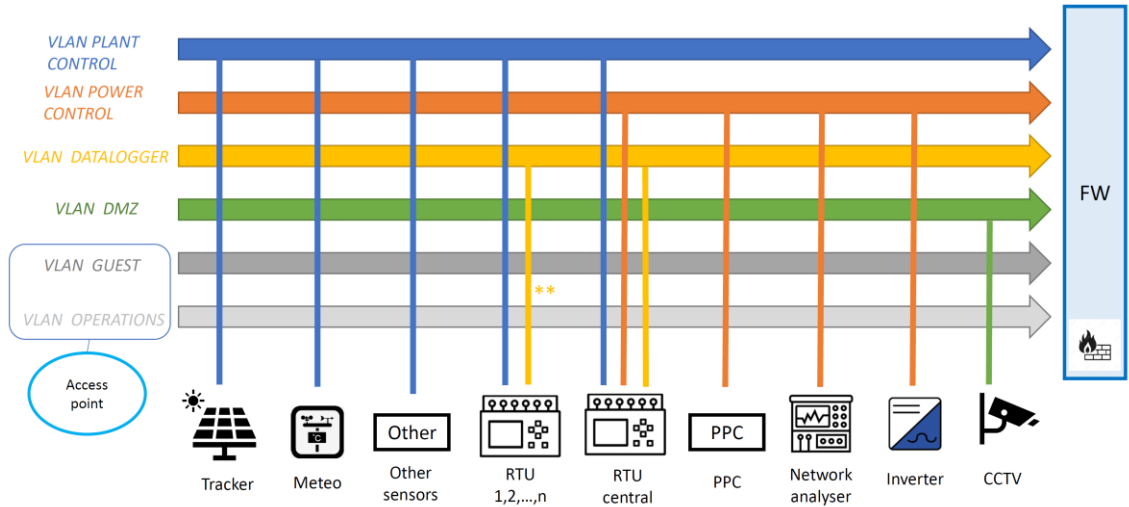
Equipación	I/O	D/A	Irradiancia horizontal (temperatura corregida)
	Entrada	Digital	Estado de comunicaciones
Grabadoras de vídeo	Entrada	Digital	Estado
	Entrada	Digital	Estado de comunicaciones
Otros sensores (movimiento, teclados, barreras de infrarrojos o microondas, etc.)	Entrada	Digital	Estado
Central de alarmas	Entrada	Digital	Estado
	Entrada	Digital	Estado de comunicaciones

3.2. CIBERSEGURIDAD

En cuanto a ciberseguridad, el Sistema SCADA FV deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Todas las comunicaciones deben estar encriptadas y altamente seguras utilizando estándares y protocolos internacionales.
- Todo el software y firmware deben ejecutarse en las últimas versiones para evitar problemas conocidos.
- Todos los derechos de usuario y acceso deben asignarse cuidadosamente teniendo en cuenta la necesidad de cada función. Las cuentas de administrador deben restringirse y evitarse los usuarios genéricos.

- La arquitectura de red debe estar correctamente segmentada en VLAN.
- Todas las operaciones SCADA y HW deben ser auditables y registradas para posibles actividades forenses y de resolución de problemas.
- Todas las comunicaciones remotas deben ser verdaderos sistemas firewall/IDS. Las reglas deben ajustarse para permitir el tráfico SCADA y otro tráfico potencial acordado con ACUAMED
- Habrá varias VLAN en el sitio y los equipos se conectarán a ellas de acuerdo con el siguiente diagrama.
- Cada equipo deberá contar con suficientes puertos ethernet o FO para configurar las VLAN requeridas. Para ello se considerará la redundancia implementada en el sistema.



\*\* If a central RTU that communicates with the SCADA is not included and each RTU has a connection with the SCADA through the Datalogger VLAN.

Figura 11. Diagrama de conexiones VLAN

## 4. SERVICIOS Y GARANTÍAS

Los servicios de instrumentación y control de plantas fotovoltaicas incluyen actividades en fábrica y en instalación durante las fases de construcción y puesta en marcha y deberán cubrir e incluir, entre otras, las siguientes actividades:

- Proporcionar un director de proyecto responsable que actúe como único punto de contacto.
- Proporcionar todos los recursos técnicos necesarios para la adecuada y calidad ejecución de este proyecto.
- Crear y mantener una planificación y un cronograma, informar sobre riesgos o desviaciones.
- Cualquier desviación del alcance contratado que pueda desencadenar un cambio de pedido, un costo adicional o un cambio sustancial deberá ser informado, discutido y validado por ACUAMED.
- Organizar las reuniones y talleres necesarios para garantizar que los requisitos se recogen y comprenden correctamente.
- Asistir a todas las reuniones requeridas con los stakeholders necesarios.
- Los desplazamientos a las instalaciones necesarios para la correcta ejecución del proyecto, asegurando que se cumplen todos los requisitos legales y de PRL.
- Todas las personalizaciones deben procesarse e industrializarse para que puedan reutilizarse y escalarse fácilmente para uso futuro.
- Crear toda la documentación requerida especificada en este documento.
- Limpieza de datos requerida y normalización de datos.
- Configuración de comunicación PPC – PLC / Gateway.

- Actividades de puesta en marcha.
- Pruebas SAT y FAT.
- Toda la documentación y codificación debe seguir el estándar RDS-PP.
- Los servicios de ingeniería civil son proporcionados por el subcontratista BOS; sin embargo, el proveedor debe proporcionar instrucciones de instalación detalladas y detalles técnicos y validar la exactitud de la instalación.
- Todos los activos, cables, terminales, P&ID y señales deben estar codificados físicamente utilizando el estándar RDS-PP. Además, cualquier referencia a estos activos en el documento deberá seguir esta norma.

### 4.1. SERVICIOS DE SOPORTE

El proveedor proporcionará soporte técnico accesible por correo electrónico y teléfono, además de soporte presencial según se requiera. Se debe proporcionar acceso a nuevas versiones, actualizaciones, correcciones y parches durante los primeros dos años de funcionamiento y después de eso, mientras ACUAMED esté suscrito a servicios de licencia o soporte. También se debe garantizar la disponibilidad de repuestos (mismo artículo o equivalente) durante la vida útil del centro de control.

### 4.2. NOMENCLATURA Y ETIQUETADO

Todo el hardware, cableado y activos terminales se identificarán según RDS-PP. Se proporcionarán pautas adecuadas o números de codificación para una identificación correcta. Todos estos códigos deben ser visibles en la parte frontal y posterior de todos los dispositivos mediante etiquetas de grado industrial.

Todas las señales utilizadas o generadas por el sistema SCADA deben seguir el estándar RDS-PP. Garantizará que cualquier señal generada por los sistemas de la planta también siga el mismo estándar RDS-PP.

La codificación de documentos también está cubierta por el estándar RDS-PP en las mismas condiciones anteriores.

Además, cualquier referencia en la documentación a los activos anteriores debe utilizar el código RDS-PP.

4.3. DOCUMENTACIÓN

El proveedor deberá proporcionar la siguiente documentación y archivos:

- Manual de instalación
- Manual del usuario
- Modelos matemáticos según requerido para simulaciones por el operador de la red
- Modelo DigSilent
- Manual para el modelo DigSilent
- Todos los certificados requeridos para demostrar el cumplimiento con el código de red

4.4. GARANTÍAS

La programación e integración del sistema PPC deberán tener una garantía de mano de obra en el sitio de cinco (5) años desde la fecha de inicio de operación.

Todo el equipo suministrado deberá tener una garantía de cinco (5) años desde la fecha de inicio de operación.

5. CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN E INSTALACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL

5.1. TRACKER CONTROL UNIT (TCU)

Se instalará un (1) TCU por cada seguidor solar mono-fila a fin de controlar la estructura y hacer que se mueva de este a oeste, automáticamente, siguiendo al sol desde que sale hasta que se pone al final del día. Lo mismo aplica para cada seguidor solar bi-fila.

5.2. NETWORK CONTROL UNIT (NCU)

Cada NCU requiere de alimentación por línea monofásica VAC: 220V, 150W. Teniendo en cuenta el tipo de NCU a ubicar en el campo, las condiciones de implantación de estos serán las siguientes:

5.2.1. NCU ESTÁNDAR + ANEMÓMETRO DE PULSOS

- El número de NCUs + anemómetro será definido según el estudio de layout de la planta (orografía y ubicación de los seguidores) siempre habiendo al menos, como norma general, UN (1) NCU por cada 150 seguidores. La definición de cantidad y ubicación de estos será responsabilidad del Especialista.
- Proyectos divididos en parcelas independientes: cada parcela se considera un proyecto independiente a la hora de establecer el número de NCUs estándar + anemómetro de pulsos.
- Ubicación:
  - Altura mínima 6m.
  - Uniformemente distribuidos por la obra.
  - Zonas despejadas.
  - Cercanos a CT o fuente de suministro de energía.
  - Distancia mínima a obstáculos: 15 m.

5.2.2. NCU ULTRASÓNICO + ANEMÓMETRO ULTRASÓNICO

- Número de NCUs + anemómetros ultrasónicos definidos según las condiciones de layout del proyecto y será responsabilidad del EPC.
- En zona despejada de obstáculos y terreno plano.
- Distancia mínima a obstáculos: 15 m.
- Alimentación requerida: línea monofásica: VAC: 220V, 150W.

5.2.3. NCU CON SENSOR DE NIEVE

- Se instalará UNO (1) por obra.
- En zona despejada de obstáculos y terreno plano.
- Distancia mínima a obstáculos: 15 m.
- Alimentación requerida: línea monofásica: VAC: 220V, 150W.

5.2.4. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

- Habrá 1 sistema de monitorización por obra ubicado en el edificio de control. y este requiere de alimentación por línea monofásica VAC: 220V, 150W.

5.3. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Las siguientes son las especificaciones generales mínimas para las estaciones meteorológicas utilizadas en el Proyecto. Las estaciones meteorológicas deberán diseñarse para cumplir con todas las especificaciones, códigos y estándares aplicables detallados o a los que se hace referencia en este documento, según puedan modificarse, reemplazarse o complementarse de vez en cuando, y según lo requiera cualquier autoridad competente

5.3.1. TIPOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

5.3.1.1. Estaciones completas EC

Se indican, a continuación, los sensores que llevarán este tipo de estaciones meteorológicas completas:

- Un (1) sensor de temperatura ambiente y humedad relativa. Debe incluir protector de radiación solar con ventilación natural.
- Un (1) sensor de temperatura de panel con cable de instalación de, permita poner la sonda al menos en el quinto panel de la estructura.
- Un (1) pluviómetro para medida de la cantidad de agua caída sobre el suelo por metro cuadrado en forma de lluvia, nieve o granizo.
- Dos (2) piranómetros para medida de la radiación solar global (directa + difusa), tipo “Secondary Standard” según ISO 9060, para instalar sobre los seguidores. Uno de los piranómetros estará orientado de modo que reciba la radiación del lado frontal de los módulos y el otro orientado para recibir la radiación del lado posterior de los módulos. El piranómetro posterior tendrá una longitud de cable que permita ponerlo al menos a la mitad de la estructura, para que su medición sea más significativa
- Un (1) albedómetro para medición de irradiancia global horizontal y albedo, tipo “Secondary Standard” según ISO 9060 con soporte de, al menos, 1,50 m de longitud.
- Un (1) anemómetro para medida de la velocidad del viento.
- Una (1) veleta o instrumento que indique la dirección del viento.
- Un (1) barómetro para medida de presión atmosférica.
- Un (1) equipo para medición de irradiancia difusa con banda solar automatizada.
- Un (1) dispositivo de medición de suciedad con célula limpia y célula sucia. Dispondrá de cable suficiente para que sea instalado en la parte interior de la instalación para que su medida sea más correcta.
- Unidad central con teclado y display alfanumérico.
- Torreta de instalación de 3 metros y soporte adecuado para cada uno de los sensores.
- Panel solar de alimentación

5.3.1.2. Estaciones parciales EP1

Se indican, a continuación, los sensores que llevarán este tipo de estaciones meteorológicas:

- Un (1) sensor de temperatura ambiente y humedad relativa. Debe incluir protector de radiación solar con ventilación natural.
- Un (1) sensor de temperatura de panel con cable de instalación que permita poner la sonda al menos en el quinto panel de la estructura.
- Dos (2) piranómetros para medida de la radiación solar global (directa + difusa), tipo “Secondary Standard” según ISO 9060, para instalar sobre los seguidores. Uno de los piranómetros estará orientado de modo que reciba la radiación del lado frontal de los módulos y el otro orientado para recibir la radiación del lado posterior de los módulos. El piranómetro posterior tendrá una longitud de cable que permita ponerlo al menos a la mitad de la estructura, para que su medición sea más significativa.
- Un (1) albedómetro para medición de irradiancia global horizontal y albedo, tipo “Secondary Standard” según ISO 9060 con soporte de, al menos, 1,50 m de longitud.
- Un (1) anemómetro para medida de la velocidad del viento.
- Una (1) veleta o instrumento que indique la dirección del viento.
- Un (1) barómetro para medida de presión atmosférica.
- Unidad central con teclado y display alfanumérico.
- Torre de instalación de 3 metros y soporte adecuado para los sensores.
- Panel solar de alimentación.

5.3.1.3. Estaciones parciales EP2

Se indican, a continuación, los sensores que llevarán este tipo de estaciones:

- Un (1) sensor de temperatura de panel con cable de instalación que permita poner la sonda al menos en el quinto panel de la estructura.
- Dos (2) piranómetros para medida de la radiación solar global (directa + difusa), tipo “Secondary Standard” según ISO 9060, para instalar sobre los seguidores.

Uno de los piranómetros estará orientado de modo que reciba la radiación del lado frontal de los módulos y el otro orientado para recibir la radiación del lado posterior de los módulos.

- Unidad central con teclado y display alfanumérico.
- El piranómetro posterior tendrá una longitud de cable que permita ponerlo al menos a la mitad de la estructura para que su medición sea más significativa.
- Torre de instalación de 3 metros y soporte adecuado para los sensores.
- Panel solar de alimentación.
- Un (1) sensor de temperatura

5.3.2. TIPOS DE SENSORES Y DISPOSITIVOS

5.3.2.1. Sensor temperatura ambiente y humedad relativa con protector

Para la temperatura ambiente las características mínimas o esperadas deberán cumplir:

Características Sensor T ambiente	
Rango de medida	-40°C a +60°C
Precisión	±0,1°C
Resolución	0,01°C
T de almacenamiento y trabajo	-80°C a +75°C
Máx. constante de tiempo	10 s en aire
Máx. constante disipación	1 mW/°C
Grado de protección	IP65

Para la humedad relativa las características mínimas o esperadas deberán cumplir lo siguiente:



Características Sensor HR	
Rango de medida	0 a 100%
HR máxima en el sensor	100% hasta 80°C 75% hasta 100°C 45% hasta 125°C 15% hasta 150°C
Precisión (23°C, 3,3 Vdc)	±0,8 (en todo el rango)
Resolución	0,1%
T de almacenamiento y trabajo	-50°C a 75°C
Repetitividad	0,3%
Estabilidad a largo plazo	Típica 10 s, 63% paso de 35 a 80% (flujo de 1 m/s)
Sensor	Capacitivo
Grado de protección	IP65

Estos tipos de sensor (intemperie), siempre deben ir instalados en el interior de una pantalla de protección que garantice que se realizan las medidas de manera óptima en condiciones adversas, protegiendo de la radiación solar y de la lluvia.

5.3.2.2. Sensor de temperatura del panel

Características Sensor T panel	
Error intrínseco de medida	±0,1°C
T de almacenamiento y trabajo	-50°C a +100°C
Tipo	PT100 – 4 hilos
Norma	IEC 60751

5.3.2.3. Pluviómetro

Características Pluviómetro	
Área de recolección	200 cm2
Precisión intrínseca	2% a 0-25 mm/h 3% a 25-50 mm/h
Resolución	0,1 mm
T de almacenamiento y trabajo	-20°C a +50°C

5.3.2.4. Piranómetro

Medida de la radiación solar global (directa + difusa), tipo “Secondary Standard según ISO 9060”. Los fabricantes de este equipo aceptados son: Kip & Zonen y hukseflux , Eppley y EKO.

Características Piranómetro	
Medida	Hemisférica solar radiación
Clasificación ISO 9060	Secondary Class
Incertidumbre de calibración	< 1,2% (k=2)
Offset de cero	5 W/m2 sin ventilación
Rango espectral	300-2.800 x 10-9 m
Sensibilidad (nominal)	15x10-6 V/(W/m2)
Respuesta a la temperatura	< ±1% (-10°C a 40°C)
< ±0,4% (-30°C a 50°C)	
Temperatura de trabajo	-40°C a 80°C



5.3.2.5. Anemómetro

Características Anemómetro	
Velocidad del viento	0-50 m/s
Acimut	360º mecánico
Precisión	±0,5 m/s (en todo el rango)
Umbral	1,1 m/s (4,02 km/h)
Resolución	1 m/s
Grado de protección	IP65

5.3.2.6. Veleta

Características Veleta	
Distancia de retardo	0,50 m
Dirección del viento	±0,5º
Relación de amortiguación	0,2
Umbral	1,3 m/s (4,66 km/h) a 10º

5.3.2.7. Torre o estructura soporte

Características Torre	
Altura	3 m
Arriostable	Sí

El material de la torre debe ser acero galvanizado pintado (cumpliendo norma ISO 1461:2010). Debe tener pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón.

5.3.3. UNIDAD CENTRAL ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La unidad central deberá tener, al menos, 2 señales analógicas y una señal de pulsos libres para conexión de futuros sensores. Tendrá una precisión de captación de los sensores de 1 s. Los sensores se captarán en señales analógicas de gran resolución, especialmente recomendados para mediciones de radiación solar. Conversores analógicos. Dispondrá de batería 72 horas de disponibilidad.

5.3.3.1. GESTIÓN DE DATOS

La unidad central será capaz de almacenar en su “data logger” los valores de sus sensores con periodicidad de 5 minutos, 15 minutos, 30 minutos y horarios. Suministrará los valores instantáneos y calculará los valores máximos, mínimos y en el periodo, siendo el periodo la base de tiempos fijada (5 minutos, 15 minutos...). Los datos serán de periodos fijos, a modo de ejemplo 0, 15, 30, 45 serían los intervalos quinceminutales.

Para las señales de irradiancia, ya sea inclinada, difusa u horizontal, la estación integrará las medidas proporcionando la irradiación diaria de cada una de ellas. También integrará la señal del pluviómetro en una señal que nos indique el nivel de lluvia diario.

6. SISTEMA SEGURIDAD – CCTV PLANTA FOTOVOLTAICA

La seguridad de las instalaciones de energía renovable es de vital importancia. Las plantas fotovoltaicas, requieren medidas de protección avanzadas para salvaguardar tanto los equipos como la producción de energía. El sistema de seguridad con CCTV está diseñado específicamente para satisfacer las necesidades de seguridad de las plantas fotovoltaicas, proporcionando una vigilancia continua y efectiva.

Entre las características del Sistema de Seguridad con CCTV:

- Monitorización 24/7: El sistema de CCTV ofrece vigilancia constante, asegurando que todas las áreas críticas de la planta estén bajo supervisión en todo momento.
- Alta Resolución: Las cámaras de alta definición capturan imágenes claras y detalladas, permitiendo una identificación precisa de cualquier actividad sospechosa.
- Detección de Intrusos: Equipado con tecnología avanzada de detección de movimiento, el sistema puede alertar automáticamente sobre cualquier intrusión no autorizada.
- Acceso Remoto: Los operadores pueden acceder al sistema de CCTV de forma remota, permitiendo la supervisión y gestión de la seguridad desde cualquier lugar.
- Almacenamiento Seguro: Las grabaciones se almacenan de manera segura, garantizando que los datos estén protegidos y disponibles para su revisión cuando sea necesario siempre en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018 de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales.

Con el sistema de seguridad con CCTV, la planta fotovoltaica puede operar con la tranquilidad de saber que sus instalaciones están protegidas contra posibles amenazas. Este enfoque proactivo no solo mejora la seguridad física, sino que también contribuye a la continuidad operativa y la eficiencia de la planta.

El diseño de los equipos y las cajas se ajustará a la normativa española y garantizará durabilidad en lugar con características climáticas afines (viento, lluvia, sismo, nieve...).

El proveedor deberá certificar que conoce las características del emplazamiento y que todos los equipos a instalar son adecuados para la ubicación de la planta, garantizando una vida útil de 30 años. Deberá incluirse una certificación de vida útil de 30 años del

diseño de los equipos. El suministro incluye todos los elementos detallados, así como la información técnica y de calidad relativa a las características del conjunto completo de elementos. Se incluirán todos los componentes necesarios para una instalación y un funcionamiento seguros.

Esta especificación técnica no es exhaustiva y el Contratista será responsable no sólo de los requisitos especificados en este documento, sino también de la correcta elección de los materiales, de su adecuada fabricación y del cumplimiento de las disposiciones de los códigos, reglamentos y requisitos legales, así como de proporcionar toda la documentación relacionada con estos materiales.

El sistema se optimizará para instalar el mínimo número de cámaras, cajas y postes. El CCTV cubrirá el camino más corto para rodear la planta fotovoltaica (teniendo en cuenta las matrices fotovoltaicas).

Como se observa en las siguientes figuras, y debido a la distancia del centro de control a las video cámaras, se deberá realizar un trazado de FO perimetral junto con un cable de alimentación compartido. En cada poste de cámara, se ubicará una caja con un conversor de medio de FO a POE (Power Over Ethernet) a fin de dar alimentación a la cámara por medio del propio cable de ethernet, así como en el caso que sea necesario realizar el telecontrol.

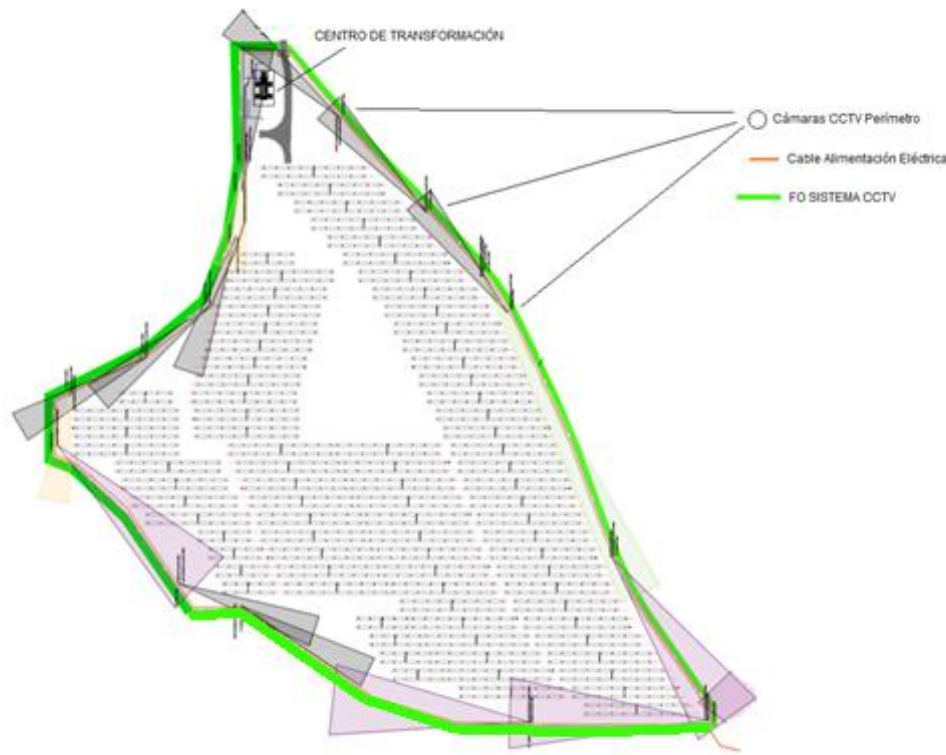


Figura 12. Esquema Tendido Perimetral Sistema CCTV (Ejemplo)

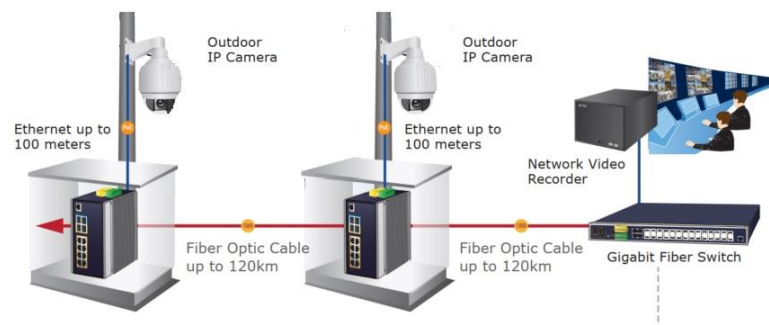


Figura 13. Esquema Cableado Red FO CCTV (Ejemplo)

**6.1. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA**

**6.1.1. DISEÑO TÉCNICO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD**

El Contratista elaborará y entregará un informe de seguridad detallando las soluciones propuestas para su posterior aprobación por el Contratante.

El Contratista proporcionará todo el equipamiento necesario para el correcto funcionamiento del sistema de seguridad.

**6.1.2. ESPECIFICACIÓN GENERAL Y ALCANCE**

Suministro e instalación de todos los equipos y dispositivos del sistema de CCTV y seguridad, incluyendo y sin limitarse a video servidores, unidades de control, video cámaras, racks / armarios y estaciones de supervisión (HMI).

Suministro e instalación del programa de gestión centralizada de alarmas en rack estándar de 19", ubicado en el interior del edificio del centro de control.

Suministro e instalación de cajas para alimentación eléctrica y comunicaciones del sistema de seguridad. Diseño, suministro e instalación de anillo de F.O. que comunique todos y cada uno de los equipos de seguridad / CCTV instalados con un nivel mínimo de ruido y atenuación de señal (independiente y distinto a la red de FO de Comunicaciones de la Planta FV).

Se incluyen todos los trabajos de conexionado de todos los elementos y dispositivos de los que consta la instalación de seguridad.

El contratista deberá suministrar todos los materiales necesarios para la correcta instalación y puesta en marcha del Sistema de CCTV, así como estructuras, anclajes, bandejas, cables y demás material necesario para realizar la instalación completa del sistema (las zanjas no entran dentro de este alcance).

**6.1.3. REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS**

Sistema de CCTV para vigilar el perímetro de la planta fotovoltaica y proporcionar información general y detalles operativos del emplazamiento.

- Se utilizarán cámaras térmicas/Bullet para la planta fotovoltaica
- Sistema de control de acceso al emplazamiento y a los edificios (incluye el

tiempo de presencia). Considerar las puertas principales de la planta fotovoltaica. Considerar una cámara bullet para cada acceso.

- Contactos magnéticos en el edificio de almacenamiento.
- Contactos magnéticos en todas las puertas principales de la planta fotovoltaica.

6.1.4. SERVICIOS

La oferta por el Sistema de Seguridad / CCTV de la Planta Fotovoltaica debe incluir los siguientes servicios de ingeniería:

- Cursos de Formación dirigidos al personal encargado de la seguridad en la planta.
- Documentación y manuales del Sistema de Seguridad y de los elementos que lo conforman.
- Realización de As-Built del Sistema de Seguridad (Dossier de Calidad).

6.1.5. INFORMACIÓN REQUERIDA CON OFERTA

- Formulario de oferta adjunto cumplimentado con toda la información requerida.
- Oferta técnica.
- Diseño optimizado, incluyendo el archivo dwg.
- Ficha técnica de las cámaras y de todos los equipos del suministro.
- Dimensiones del rack y plano/hoja de datos.
- Condiciones de garantía.
- Certificados de calidad: ISO 9001, ISO 14001, OHSAS.
- Detalles de la CRA.

6.1.6. INFORMACIÓN REQUERIDA CON COMPRA DE EQUIPOS

- Layout
- SLD para la alimentación eléctrica del equipo
- Esquema de comunicación y control
- Plano de detalle de la cimentación
- Cálculo del detalle de la cimentación

6.2. FORMATO DE LA INFORMACIÓN

El contratista deberá especificar en su oferta las siguientes características del sistema de videovigilancia:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	SOLICITADO
Sistema de videovigilancia con alarma de intrusión (detección de movimiento), para vigilar todo el perímetro (vallado) de la planta y la puerta de entrada. El sistema de análisis estará distribuido en cada cámara (es decir, con analítica integrada).	REQUERIDO
Grabador digital con una capacidad de al menos 30 (treinta) días. Y capacidad para gestionar los metadatos de las cámaras perimetrales con su analítica.	REQUERIDO
Sistema UPS de al menos ocho horas.	REQUERIDO
Control remoto, que permita activado y desactivado desde el centro de control o desde cualquier punto de la planta mediante una dirección IP específica. Esta dirección permitirá la comunicación entre dispositivos y desde cualquier lugar del mundo con conexión a Internet.	REQUERIDO
CÁMARAS TÉRMICAS	
Tipo:	
Térmicas	(por definir)
Noche y Día	(por definir)
Domo	(por definir)
Sensor FPA no refrigerado con óxido de vanadio	REQUERIDO
Las cámaras deben ser compatibles con los protocolos IPv4 / v6, HTTP, HTTPSb, SSL / TLSb, QoS Layer 3, FTP, SFTP, CIFS / SMB, SMTP, SNMPv1 / v2c / v3 (MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS.	REQUERIDO
La resolución mínima del sensor de imagen debe ser de 1,3 Mpíxeles.	REQUERIDO

La sensibilidad mínima debe ser de 0,3 lux	REQUERIDO
La resolución mínima de la imagen debe ser 1920x1080. FULL HD	REQUERIDO
La temperatura será adecuada con la ubicación.	REQUERIDO
Grado de protección IP66	REQUERIDO
Protección antivandálica IK10	REQUERIDO
Capacidad de permanecer en condiciones óptimas de funcionamiento sin interrupción.	REQUERIDO
Capacidad de detectar movimientos en zonas de oscuridad total.	REQUERIDO
Capacidad de clasificar la intrusión humana, animal o vehicular.	REQUERIDO
Campo de visión (se seleccionará en función del tamaño del objetivo propuesto)	(por definir)
<b>ESTRUCTURA SOPORTE</b>	
La altura de cada estructura será determinada por el cálculo a realizar por el proveedor, para permitir la correcta supervisión del área a vigilar y la proporción del objeto en la pantalla de visualización. Las estructuras deberán soportar las condiciones de viento típicas de la zona y evitar vibraciones trasladables a la imagen obtenida por la cámara.	(por definir)
<b>SISTEMA DE GRABACIÓN Y CONTROL</b>	
Sistema de grabación Network Video Recorder, NVR	REQUERIDO
Almacenaje de datos de al menos 15 días	REQUERIDO
Acceso al servidor local mediante LAN/WAN desde sala de control	REQUERIDO
Compatibilidad con software de cliente para realizar tareas de explotación de la información ya grabada y monitorización en tiempo real de todo el sistema de CCTV	REQUERIDO
<b>INTERFACES Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN</b>	
IPv4 / v6 protocol, HTTP, HTTPSb, SSL / TLSb, QoS Layer 3, FTP, SFTP, CIFS / SMB, SMTP, SNMPv1 / v2c / v3 (MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS.	(por definir)
Conexión entre la cámara y el conmutador en la caja de la estructura mediante un cable ethernet de categoría 5e o superior.	REQUERIDO
<b>CABLEADO</b>	
Cableado a utilizar en todas las cámaras que componen el sistema específico y con características de funcionamiento en intemperie, que garanticen su funcionamiento en las condiciones ambientales descritas. No se aceptarán cableados que no cumplan estos requisitos mínimos.	REQUERIDO
Cableado continuo desde cada cámara hasta su posición en la caja donde se encuentra el Interruptor de conexión. No se admiten empalmes en el cable.	REQUERIDO
<b>ALIMENTACIÓN DE EQUIPOS</b>	
Conductor de Cu de 0,6 / 1 KV, de sección necesaria para evitar caídas de tensión y asegurar el suministro eléctrico a cada uno de los cuadros eléctricos que alimenta.	REQUERIDO

Protección por un magnetotérmico y diferencial calibrado al consumo total de la línea.	REQUERIDO
<b>CAJAS/ARMARIOS ELÉCTRICOS</b>	
Instalación junto a los postes de CCTV sobre una cimentación elevada o en el mismo poste de CCTV, para evitar posibles entradas de agua desde el suelo.	REQUERIDO
Entrada y salida de energía eléctrica.	REQUERIDO
Protecciones eléctricas de los elementos a los que alimenta.	REQUERIDO
Sistema de protección contra sobretensiones.	REQUERIDO
Electrónica de entrada y salida de F.O. - switch y patch panel (incluyendo pig tails, conectores y trabajos de fusión).	REQUERIDO
Alimentación de la electrónica de red.	REQUERIDO
Caja de poliéster reforzado con fibra de vidrio	REQUERIDO
Grado de protección contra impactos: IK10 (mínimo)	REQUERIDO
Grado de protección exterior: IP65 (mínimo)	REQUERIDO
Resistencia ambiental: Contra los rayos UV y la humedad según HD 605 / A1	REQUERIDO
Nivel de aislamiento: mínimo 0,6 / 1kV	REQUERIDO
Cerradura con llave universal y protegida contra la corrosión.	REQUERIDO
La entrada y salida de cables se realizará mediante prensaestopas para preservar el grado de protección IP65.	REQUERIDO
Etiquetado según diseño y procedimientos CLIENTE.	REQUERIDO
<b>CENTRO DE CONTROL</b>	
Rack 19"	REQUERIDO
Servidor NVR	REQUERIDO
Disco duro, 15 días mínimo de copia de seguridad	REQUERIDO
Sistema operativo: win 10 enterprise	REQUERIDO
RAM 16GB	REQUERIDO
Licencias	REQUERIDO
UPS 8 horas de respaldo	REQUERIDO
Monitor de video CCTV especial al menos 1 de 32" mínimo, full HD	REQUERIDO
Microprocesador: intel i3 mínimo	REQUERIDO
Conmutadores, patch panel (pig tails, conectores incluidos) ...	REQUERIDO
Protecciones eléctricas (magnetotérmicas y diferenciales...) y material auxiliar como toma de extensión...	REQUERIDO
Pequeño material	REQUERIDO
<b>CERTIFICACIONES</b>	
De sistema de calidad	ISO 9001
De fabricante	ISO 9000
De producto	ISO 9000
Medioambiental	ISO 14001

Otras	OHSAS 18001
<b>TIEMPOS DE RESPUESTA</b>	
Plazo máximo de asistencia técnica	< 24 h
Plazo máximo de suministro de emergencia	
Plazo de entrega	
<b>GARANTIA</b>	
Plazo de garantía	≥ 2 años desde PAC

7. ACRÓNIMOS

AC: Corriente Alterna

ACB: Interruptor Automático de Aire

AVR: Regulación Automática de Voltaje

AQL: Nivel de Calidad Aceptable

CCC: Centro de Control Central

CCM: Centro de Control de Motores

CPU: Unidad de Procesamiento Central

CSA: Cuadro de Servicios Auxiliares

CT: Transformador de Corriente

DC: Corriente Directa

EB: Estación de Bombeo

ER: Estación Remota

E/S: Estación Supervisada

FAC: Certificado de Aceptación Final

FAT: Prueba de Aceptación Final

FO: Óptica de Fibra

FV: FotoVoltaica(o)

GPRS: Servicio General de Paquetes de Radio

GSM: Sistema Global Comunicaciones Móviles

HMI: Interfaz Hombre-Máquina

IAC: Certificado de Aceptación Intermedia

IAT: Prueba de Aceptación Intermedia

IMD: Dispositivo de Monitorización de Aislamiento

IR: Infrarrojo

LAN: Local Area Network

LV: Baja Tensión

MCCB: Interruptor Automático de Caja Moldeada

MV: Media Tensión	SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida
NCU: Network Control Unit	SCADA: Sistema de Adquisición de Datos, Supervisión y Control
O&M: Operación y Mantenimiento	SCB: Caja Combinadora de Cadenas
OLTC: Cambiador de Tomas en Carga	SPD: Dispositivo de Protección contra Sobretensiones
OMI: Interfaz de Gestión de Operaciones	SSL: Secure Sockets Layer
PAC: Certificado de Aceptación Provisional	TCU: Tracker Control Unit
PAT: Prueba de Aceptación Provisional	TFT: Pantalla Táctil de Transistores (Thin Film)
PC: Ordenador Personal (Sobremesa)	UPS: Suministro de Energía Ininterrumpido
PCS: Estación de Conversión de Potencia	VDF: Variador de Frecuencia
PLC: Controlador Lógico Programable	VLAN: Virtual Local Area Network
POD: Amortiguación de Oscilaciones de Potencia	VM: Máquina Virtual
Pol: Punto de Interconexión	VPN: Virtual Private Network
PPC: Controlador de Planta de Potencia	VT: Transformador de Voltaje
PV: Fotovoltaico	WAN: Wide Area Network
RCD: Dispositivo de Corriente Residual	
RMU: Unidad Principal de Anillo	
RTU: Unidad Terminal Remota	