

# ***Memoria***

---

PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES MEDIANTE PANELES  
FOTOVOLTAICOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES LAS COLLERAS (ALBACETE)

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES.</b>	<b>4</b>
1.1	Descripción general de la Comunidad de Regantes.	4
1.2	Antecedentes.	5
1.3	Introducción.	6
1.4	Objeto del presente documento.	6
1.5	Datos generales	6
1.6	Planes existentes e interferencias.	7
<b>2</b>	<b>LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.</b>	<b>7</b>
2.1	Técnicos.	7
2.2	Legales.	7
2.3	Administrativos.	9
2.4	Ambientales.	9
<b>3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA AFECTADA POR LAS OBRAS.</b>	<b>10</b>
3.1	Localización.	10
3.2	Cartografía.	10
3.3	Cultivos.	10
3.4	Descripción del emplazamiento.	10
3.5	Climatología.	11
3.6	Topografía y fisiografía.	12
3.7	Suelos.	12
3.8	Sismicidad.	12
<b>4</b>	<b>RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.</b>	<b>12</b>
4.1	Captaciones.	12
4.2	Concesión.	14
4.3	Parámetros de riego.	17
4.4	Organización del riego.	17
4.5	Necesidades de riego.	17
4.6	Volumen anual.	18
<b>5</b>	<b>SOLUCIÓN ADOPTADA.</b>	<b>18</b>
5.1	Situación actual.	18
5.1.1	<i>Cabezal Ribazas.</i>	19
5.1.1	<i>Cabezal Cotico.</i>	19
5.2	Justificación de la solución adoptada.	20
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS.</b>	<b>20</b>

6.1	Instalación fotovoltaica Ribazas.	21
6.1.1	<i>Justificación del tipo de instalación según Real Decreto 244/2019.</i>	22
6.1.2	<i>Criterios de dimensionado.</i>	23
6.1.3	<i>Producción energética y consumos.</i>	23
6.1.4	<i>Adecuación de la parcela.</i>	24
6.1.5	<i>Movimiento de tierras.</i>	24
6.1.6	<i>Estructura soporte en suelo.</i>	25
6.1.7	<i>Módulos fotovoltaicos.</i>	26
6.1.8	<i>Inversores de red.</i>	27
6.1.9	<i>Cableado CC.</i>	29
6.1.9.1	Cableado entre módulos.	29
6.1.9.2	Cableado string – inversores.	30
6.1.10	<i>Cableado CA.</i>	31
6.1.10.1	Cableado de inversor a CP.	31
6.1.10.2	Cableado CP a CP existente.	32
6.1.11	<i>Protecciones CC.</i>	32
6.1.11.1	Hornacina.	32
6.1.11.2	Protecciones y medición.	33
6.1.12	<i>Cuadro CP de corriente alterna (CP-FV).</i>	34
6.1.13	<i>Cuadro CP cabezal (CP-CA).</i>	35
6.1.14	<i>Puesta a tierra.</i>	36
6.1.14.1	Puesta a tierra del campo FV.	36
6.1.14.2	Toma a tierra CP.	36
6.1.15	<i>Sistema de control, automatización y comunicaciones.</i>	36
6.1.15.1	Introducción.	36
6.1.15.2	Sistema antivertido.	37
6.1.15.3	Sistema de gestión energética y de bombeos.	38
6.1.16	<i>Urbanización de la parcela.</i>	52
6.2	Instalación fotovoltaica Cotico.	52
6.2.1	<i>Justificación del tipo de instalación según Real Decreto 244/2019.</i>	53
6.2.2	<i>Criterios de dimensionado.</i>	54
6.2.3	<i>Producción energética y consumos.</i>	54
6.2.4	<i>Adecuación de la parcela.</i>	55
6.2.5	<i>Movimiento de tierras.</i>	55
6.2.6	<i>Estructura soporte en suelo.</i>	56
6.2.7	<i>Módulos fotovoltaicos.</i>	57
6.2.8	<i>Inversores de red.</i>	58
6.2.9	<i>Cableado CC.</i>	60
6.2.9.1	Cableado entre módulos.	60
6.2.9.2	Cableado string – inversores.	61
6.2.10	<i>Cableado CA.</i>	62

6.2.10.1	Cableado de inversor a CP.	62
6.2.10.2	Cableado CP a CP existente.	63
<b>6.2.11</b>	<b><i>Protecciones CC.</i></b>	<b>63</b>
6.2.11.1	Hornacina.	63
6.2.11.2	Protecciones y medición.	64
<b>6.2.12</b>	<b><i>Cuadro CP de corriente alterna (CP-FV).</i></b>	<b>65</b>
<b>6.2.13</b>	<b><i>Cuadro CP cabezal (CP-CA).</i></b>	<b>66</b>
<b>6.2.14</b>	<b><i>Puesta a tierra.</i></b>	<b>67</b>
6.2.14.1	Puesta a tierra del campo FV.	67
6.2.14.2	Toma a tierra CP.	67
<b>6.2.15</b>	<b><i>Sistema de control, automatización y comunicaciones.</i></b>	<b>67</b>
6.2.15.1	Introducción.	67
6.2.15.2	Sistema antivertido.	68
6.2.15.3	Sistema de gestión energética y bombeos.	69
<b>6.2.16</b>	<b><i>Urbanización de la parcela.</i></b>	<b>83</b>
<b>7</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.</b>	<b>83</b>
<b>8</b>	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b>	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>ESTUDIO ARQUEOLÓGICO.</b>	<b>84</b>
<b>10</b>	<b>EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.</b>	<b>84</b>
10.1	Clasificación del contratista.	84
10.2	Plazo de ejecución.	85
10.3	Plan de obra.	85
<b>11</b>	<b>DECLARACIÓN RESPONSABLE.</b>	<b>85</b>
<b>12</b>	<b>DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PRESENTE PROYECTO.</b>	<b>86</b>
<b>13</b>	<b>PRESUPUESTO.</b>	<b>90</b>
13.1	Presupuesto por capítulos.	90
13.2	Resumen del presupuesto.	90
<b>14</b>	<b>CONSIDERACIONES FINALES.</b>	<b>92</b>
14.1	Obra completa.	92
14.2	Conclusión.	92

## 1 GENERALIDADES.

### 1.1 Descripción general de la Comunidad de Regantes.

La Comunidad de Regantes Las Colleras está compuesta por un total de 327 socios y tiene una superficie de riego a título concesional de 1.300,00 hectáreas. Está situada en su totalidad en el término municipal de Fuente-Álamo en la provincia de Albacete. En la superficie regable, los cultivos predominantes son diferentes variedades de vid.

La Comunidad de Regantes ya se encuentra modernizada y tiene instaurado un sistema de riego presurizado que lleva el agua hasta cada parcela para llevar a cabo el riego localizado. El riego se lleva a cabo en tres sectores. Las principales instalaciones hidráulicas con las que cuenta son las siguientes:

En cuanto a capacidad de almacenamiento en balsas.

Zona	Volumen (m <sup>3</sup> )	UTM X (m)	UTM Y (m)
<b>Sector 1 (Ribazas)</b>	40.000	635.390	4.280.982
<b>Sector 2 (Cotico)</b>	130.000	632.982	4.287.634
<b>Sector 3</b>	70.000	638.729	4.285.630

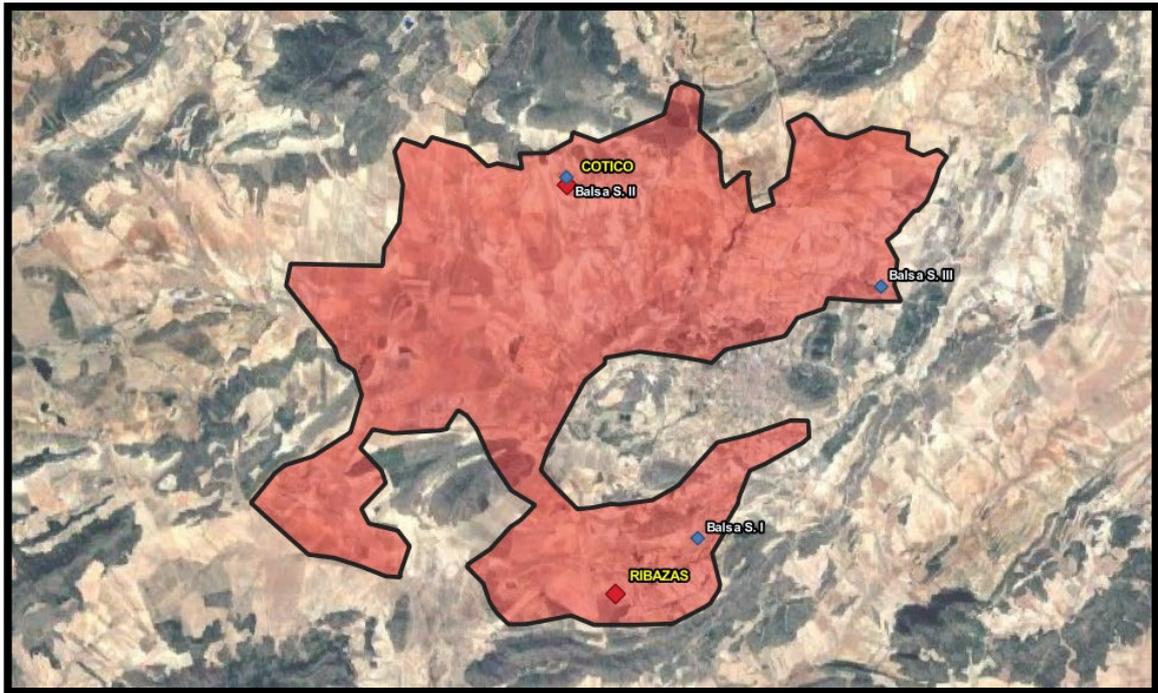
En cuanto a equipos de bombeo para riego.

Zona	Equipos
<b>Sector 1 (Ribazas)</b>	2 de 150 kW 1 de 75 kW
<b>Sector 2 (Cotico)</b>	4 de 150 kW
<b>Sector 3</b>	2 de 125 kW

En cuanto a equipos de bombeo en pozos.

Zona	Equipos
<b>Sector 1 (Ribazas)</b>	1 de 160 kW 1 de 45 kW
<b>Sector 2 (Cotico)</b>	1 de 185 kW
<b>Sector 3</b>	1 de 185 kW

El perímetro regable y las principales instalaciones de las que dispone la comunidad de regantes se pueden ver en la siguiente imagen.



Sobre la imagen se destacan las instalaciones de Ribazas y Cotico que es donde se van a llevar a cabo las principales actuaciones del presente Proyecto.

## 1.2 Antecedentes.

Las obras han sido declaradas de interés general según la Ley 22/2021, de 28 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2022, de acuerdo con la disposición adicional centésima décima cuarta por la que se declaran de interés general determinadas obras de modernización, restauración y transformación de regadíos, entre ellas las “Obras de implementación de energías renovables mediante paneles fotovoltaicos en la Comunidad de Regantes las Colleras (Albacete)”

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro del Anexo I del Convenio firmado el 25 de junio de 2021/21 de julio de 2022 entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., en relación con las obras de modernización de regadíos del “Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos” incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Fase I/Fase II, o en sus correspondientes adendas. El Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (Inversión C3.11 del PRTR) cuenta con una dotación de 563.000.000 € a cargo del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, para inversiones en modernización de regadíos sostenibles, con el objetivo de fomentar el ahorro del agua y la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad energética en los regadíos españoles. En los anexos del proyecto se incluye la información que determina el encaje en los objetivos del Plan, así como la información necesaria para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia. En este sentido, en el artículo 17 del Reglamento 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088, se establece la necesidad de cumplir

el principio de no causar un perjuicio significativo (DNSH) a los objetivos medioambientales recogidos en el artículo 9 del citado Reglamento.

### 1.3 Introducción.

Con el presente Proyecto se diseñan y proyectan una serie de instalaciones energéticas, con el fin de mejorar la eficiencia energética en la red de captación y la gestión de la misma además de reducir costes de explotación al implementar las energías renovables como fuente principal de energía para parte de los equipos de bombeo de los que dispone la Comunidad de Regantes Las Colleras.

Se dispondrá de dos instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo sin excedentes para alimentación de los equipos de bombeo situados en Cotico y Ribazas lo que supondrá una reducción de costes derivados de la energía eléctrica para los usuarios y por tanto una mejora de la rentabilidad de los cultivos.

Estas medidas de modernización y utilización de energías renovables además de aportar un beneficio económico para los usuarios, reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera lo que mejora las condiciones medioambientales de la zona.

### 1.4 Objeto del presente documento.

El objetivo principal que persigue el presente Proyecto es definir y valorar las obras que se consideran necesarias y que más adelante se detallan.

En definitiva, el objetivo principal es el desarrollo de la solución técnica, así como el cálculo y diseño de las obras necesarias para la **para la implantación de energías renovables en la Comunidad de Regantes Las Colleras en el municipio de Fuente-Álamo**. Las mejoras en las instalaciones existentes pasan por ejecutar dos instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo sin excedentes en los bombeos de Cotico y Ribazas.

Conseguido el objetivo anterior, la Comunidad de Regantes dispondrá de un sistema con las siguientes ventajas:

- Mayor independencia energética de la red.
- Aumento de la eficiencia energética.
- Reducción de los costes de explotación
- Aumento de la rentabilidad de los cultivos.
- Disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### 1.5 Datos generales

**El peticionario de la redacción del proyecto es la Comunidad de Regantes Las Colleras de Fuente-Álamo, cuyos datos son:**

- Titular: CR Las Colleras de Fuente Álamo.
- CIF: G02587376
- Domicilio: Carretera de Almansa S/N, 02651, Fuente-Álamo.

### **Superficie de la Comunidad de Regantes.**

La Comunidad de Regantes riega las 1.300,00 ha que son beneficiarias del presente Proyecto. En el Anejo N° 1 se adjunta el listado completo de parcelas.

### **Cultivos implantados.**

Principalmente diferentes variedades de Vid.

### **Promotor**

- Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias (SEIASA).
- CIF: A82535303
- Sede central: José Abascal, 4 – 6ª planta, 28003, Madrid.
- Contacto: seiasa@seiasa.es.

### **1.6 Planes existentes e interferencias.**

El municipio de Fuente-Álamo (Albacete), tiene aprobado su Plan de Ordenación Urbana y no se prevén remodelaciones del Plan que afecten al suelo **clasificado como no urbanizable** en las zonas que afecta al presente Proyecto. Por ello **no existe ninguna incompatibilidad** para el desarrollo del presente proyecto.

## **2 LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.**

### **2.1 Técnicos.**

Serán planteados y discutidos de forma detallada e individualizada, en la descripción de cada una de las unidades que conforman el presente Proyecto.

### **2.2 Legales.**

Son de aplicación al presente Proyecto todos aquellos artículos de las disposiciones legales expuestos en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, las de índole más técnico son las que siguen:

- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y

## Seguridad Industrial.

- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2104/23/UE y 201/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto-ley 12/2021, de 24 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito de la fiscalidad energética y en materia de generación de energía, y sobre gestión del canon de regulación y de la tarifa de utilización del agua
- Real Decreto-ley 19/2021, de 5 de octubre, de medidas urgentes para impulsar la actividad de rehabilitación edificatoria en el contexto del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- Real Decreto-ley 18/2022, de 18 de octubre, por el que se aprueban medidas de refuerzo de la protección de los consumidores de energía y de contribución a la reducción del consumo de gas natural en aplicación del «Plan + seguridad para tu energía (+SE)», así como medidas en materia de retribuciones del personal al servicio del sector público y de protección de las personas trabajadoras agrarias eventuales afectadas por la sequía.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Orden TED/1247/2021, de 15 de noviembre, por la que se modifica, para la implementación de coeficientes de reparto variables en autoconsumo colectivo, el anexo I del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

Igualmente, se cumplirá con toda la normativa elaborada por la Comunidad Autónoma correspondiente, así como aquella de carácter local o provincial, en sus versiones más recientes, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

### **2.3 Administrativos.**

El Ayuntamiento de Fuente-Álamo (Albacete) **no presenta ninguna limitación que pueda afectar al desarrollo y ejecución del presente Proyecto.** Siempre y cuando se cumplan los condicionantes descritos en su PGOU y en particular para el suelo no urbanizable.

### **2.4 Ambientales.**

Siendo el promotor de las obras la Sociedad Estatal de Infraestructuras Agrarias (SEIASA), y el órgano sustantivo la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, se trata de una actuación sometida al alcance de la administración central.

De este modo, resulta de aplicación la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación de impacto ambiental, así como el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Las actuaciones del proyecto no se encuentran incluidas en los Anexos I, II del RD 447/2023, o en los criterios generales establecidos en el anexo III de dicho Real Decreto, por lo que no se considera que esté sometido a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental bajo los instrumentos recogidos en la Ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental.

Sin embargo, se ha elaborado un documento ambiental como instrumento para justificar la compatibilidad del proyecto con los objetivos ambientales de los factores con los que interactúa. Del mismo modo, se hace necesario este documento para fundamentar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España en el que se encuentra incluido el proyecto.

### **3 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA AFECTADA POR LAS OBRAS.**

#### **3.1 Localización.**

La totalidad de las obras a ejecutar en el presente Proyecto se sitúan en el Término Municipal de Fuente-Álamo (Albacete). La zona regable queda situada entre la zona norte y la zona sur del término municipal.

En general se trata de una zona bien comunicada y con buenos accesos. Las obras de infraestructura que plantea el presente Proyecto se ubicarán en su totalidad en la zona rústica del término municipal de Fuente-Álamo, por lo que las comunicaciones a las obras se realizarán de forma cómoda y muy rápida por la carretera CM-412 y CM-3211.

#### **3.2 Cartografía.**

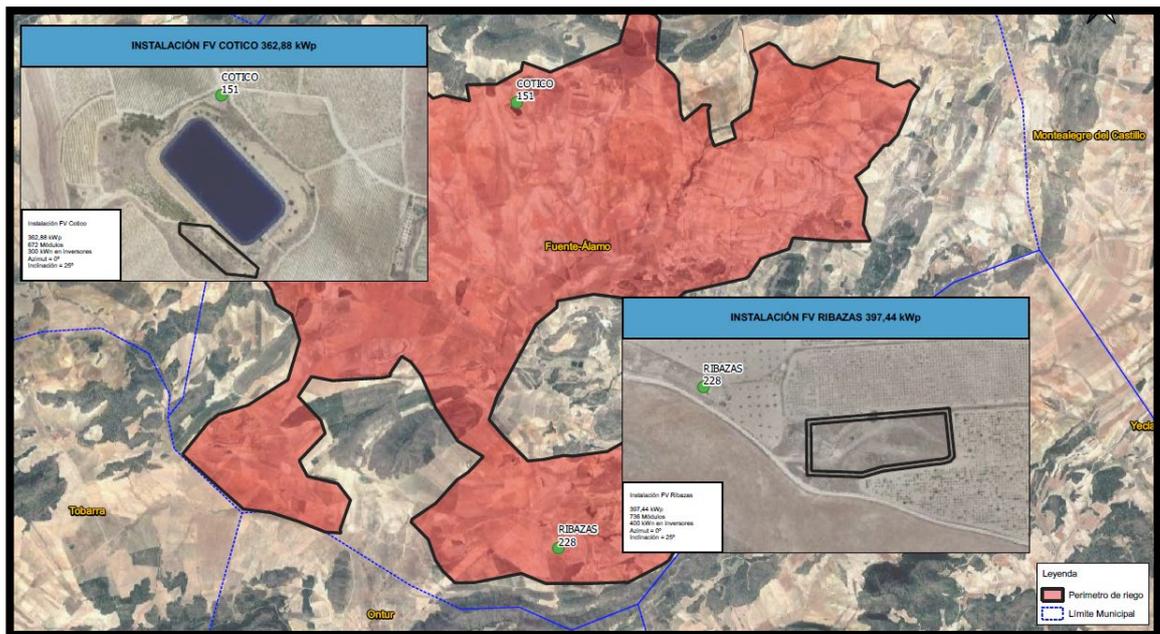
La cartografía topográfica, catastral y temática necesaria para la redacción del presente Proyecto ha sido obtenida del Instituto Geográfico Nacional y de la Dirección General del Catastro. Toda la cartografía utilizada y representada en el presente Proyecto se utiliza en la proyección UTM, y el sistema de referencia es el *ETRS89* del Huso 30 Norte.

#### **3.3 Cultivos.**

Tras un estudio sobre los cultivos característicos de la zona regable, se establece que la práctica totalidad de los mismos corresponden a diferentes variedades de vid.

#### **3.4 Descripción del emplazamiento.**

Todas las obras a desarrollar se emplazan en el T.M. de Fuente-Álamo. Las diferentes actuaciones a llevar a cabo se pueden distinguir en la siguiente imagen. A grandes rasgos las obras consisten en ejecutar dos instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo para los bombeos de Ribazas y Cótico.



**Planta general de actuaciones.**

### 3.5 Climatología.

Desde el punto de vista agrológico de los cultivos y según la clasificación de Papadakis nos encontramos ante un invierno del tipo Avena Cálido (Av) y un verano del tipo Maíz (M). Según los criterios de la clasificación agroclimática de Papadakis el clima de la zona se caracteriza por tener un régimen térmico del tipo **TEMPLADO CÁLIDO (TE)** y un régimen hídrico **MEDITERRÁNEO SECO (Me)**. Con lo anterior la zona queda englobada dentro del tipo climático **MEDITERRÁNEO TEMPLADO (TE Me)**.

Con lo anterior la zona queda englobada dentro del tipo climático **MEDITERRÁNEO TEMPLADO (TE Me)**.

En el Anejo nº 3 Climatología se estudian las temperaturas medias mensuales que oscilan entre los **6,42° C** del mes de enero y los **26,23° C** del mes de julio, presentando un suave ascenso desde el enero hasta julio para luego volver a decrecer, de forma un poco más acusada, desde agosto hasta diciembre. Las temperaturas medias son elevadas, propias de estas latitudes. El fenómeno de las heladas no es muy frecuente, pudiendo presentarse en periodos excepcionalmente fríos comprendidos, generalmente, desde finales del mes de noviembre hasta principios del mes de abril.

En lo que a precipitaciones se refiere se observa que la cantidad anual media acumulada del periodo analizado es de 309,76 litros por metro cuadrado. La distribución de las lluvias es la típica de estas regiones, se presenta un descenso de las precipitaciones desde los meses de invierno con un ligero aumento en la primavera, para seguir disminuyendo hasta alcanzar su mínimo en el mes de junio, posteriormente se produce un incremento muy acusado de las lluvias.

### 3.6 Topografía y fisiografía.

En el término municipal de Fuente-Álamo predomina de forma general el relieve montañoso, mientras que las parcelas de cultivo objeto del presente Proyecto, las encontramos situadas en laderas suaves y casi siempre aparecen niveladas mediante abanalamientos.

Para proyectar las diferentes infraestructuras que componen el presente Proyecto, así como para el cálculo de los movimientos de tierra a realizar tanto en zanjas como en explanaciones, se ha realizado un Modelo Digital del Terreno obtenido del CNIG denominado Modelo Digital del Terreno - MDT05 con un tamaño de pixel de 5,0 m.

### 3.7 Suelos.

Los suelos de la comarca objeto de estudio, quedan incluidos dentro de los tres órdenes siguientes: Entisoles, Inceptisoles y Alfisoles dependiendo del grado de evolución de los mismos. Las laderas abancaladas sin horizontes de diagnóstico, al igual que las transformaciones antrópicas, quedan clasificadas dentro del orden de los Entisoles en el gran grupo de los Xerorthents perteneciendo el suborden de los Orthents. Son suelos poco evolucionados del perfil A/C. Las zonas próximas a los cauces fluviales quedan incluidas dentro de este mismo orden en el gran grupo de los Xerofluvents cuya característica principal radica en la variabilidad en profundidad del contenido en materia orgánica. Son suelos muy fértiles y corresponden a las vegas tradicionales.

### 3.8 Sismicidad.

Con relación a las acciones sísmicas, según la Norma de Construcción Sismoresistente NCSR-02 la aceleración sísmica básica en la zona de ubicación de las obras es menor de 0,07g, por tanto, según la NCSR-02 la consideración de la sacudida sísmica no es preceptiva en el cálculo estructural de los elementos del presente Proyecto.

## 4 RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

En el Anejo 4º Agronomía se definen los distintos parámetros de riego necesarios, como base de los cálculos, partiendo de los parámetros climáticos obtenidos en el Anejo nº 3 "Climatología", de los cultivos existentes en la zona, del tipo de riego que se pretende implantar en la totalidad de las parcelas y de los parámetros edáficos propios de la zona afectada por este proyecto.

### 4.1 Captaciones.

Los recursos hídricos de los que disfruta la Comunidad de Regantes de Fuente-Álamo proceden de tres captaciones subterráneas situadas en la zona de Las Ribazas. En concreto toman agua del acuífero 070.008-Ontur. Los sondeos quedan ubicados en los siguientes emplazamientos:

Sondeo	UTM X (m)	UTM Y (m)	Q (L/s)
1	633.634	4.280.021	30
2	633.815	4.279.952	30

---

Sondeo	UTM X (m)	UTM Y (m)	Q (L/s)
3	636.568	4.284.025	100

Estos sondeos pueden extraer un volumen máximo anual de 1.300.00 m<sup>3</sup> con una superficie con derechos de agua de 1.300,00 ha, lo que supone una dotación media de 1.300,00 m<sup>3</sup>/ha·año<sup>-1</sup>.

## 4.2 Concesión.



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL SEGURA, O.A.

COMISARÍA DE AGUAS

**AGUSTÍN FERRI RAMOS, JEFE DE SECCIÓN DEL REGISTRO DE AGUAS DE LA CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA DEL SEGURA**

**C E R T I F I C A:** Que el aprovechamiento de aguas públicas que más abajo se cita ha sido inscrito en la sección A, tomo n.º 9, hoja n.º 1794 del Registro de Aguas de este organismo, con las siguientes características:

**CORRIENTE Ó ACUÍFERO:** 070.008-Ontur.

**CLASE Y AFECCIÓN:** Regadío.

**TITULAR:**  
COMUNIDAD DE REGANTES LAS COLLERAS

**LUGAR DE LA TOMA:** Las Ribazas.

**TÉRMINO:** Fuente Álamo.

**PROVINCIA:** Albacete.

**CAPTACIONES:**

Coordenadas UTM (ETRS-89)	Caudal (l/s)
633634,4280021	30
633815,4279952	30
636568,4284025	100

**Caudal medio equivalente (l/s):** 41,223

**VOLUMEN MÁXIMO ANUAL:** 1.300.000 m<sup>3</sup>      **DOTACIÓN:** 1.000 m<sup>3</sup>/Ha. Regadío.

**SUPERFICIE REGABLE:** 1.300,00 Ha

**TÍTULO-FECHA-AUTORIDAD:** Concesión de aguas subterráneas de fecha 30/10/2003, modificada por autorización de 06/11/2015. Confederación Hidrográfica del Segura.

**CONDICIONES ESPECÍFICAS:** Sondeo denominado Palancares II de 664 m de profundidad y 42 CV de potencia instalada. Sondeo denominado Palancares III de 203 m de profundidad y 90 CV de potencia instalada. Sondeo denominado Cerrón de 435 m de profundidad y 210 CV de potencia instalada. Superficie de riego de 1300 ha dentro de un perímetro de riego de 3223 ha. Riego de cultivos leñosos por debajo de la cota 850 m.s.m. en los polígonos 1 al 16 del término municipal de Fuente Álamo de Albacete. La titularidad del aprovechamiento le corresponde a todos y cada uno de los propietarios de las parcelas incluidas en la zona regable correspondiente a las 3223 ha. En todo caso los titulares de este aprovechamiento serán aquellas personas físicas o jurídicas que, en cada momento, sean los propietarios de las tierras en cuestión. **PLAZO** concesional de 20 años desde la fecha de otorgamiento de la concesión (30/10/2003). **OBSERVACIONES:** modificación de la concesión inscrita en el tomo 8, hoja 1513. **OBSERVACIONES:** por resolución de la Presidencia de este organismo, de fecha 16/09/2016 en expediente

CORREO ELECTRONICO  
comsaris@chsegura.es

PLAZA DE FONTES, Nº 1  
35.001 MURCIA  
TEL.: 968 358890  
FAX.: 968 211845

Información de Firmantes del Documento  
FERRI RAMOS AGUSTIN CARMELO 06/03/2018 11:55(UTC)

URL de validación <http://www.chsegura.es/chs/servicios/gestor/csv?csv=MAD080NM0MHP20QD0WKUMLC8NQRHVSH8SL>

CSV : MAD080NM0MHP20QD0WKUMLC8NQRHVSH8SL



FCR-22/2016, se declara constituida la Comunidad de Regantes Las Colleras, por lo que la titularidad del aprovechamiento pasa a nombre de la citada comunidad de regantes.

**OBSERVACIONES:**

**PRIMERA.-** El incumplimiento en los plazos marcados en las siguientes condiciones, imprescindibles para la correcta puesta en servicio de la concesión, así como la no puesta en servicio en el plazo máximo establecido, será considerada como renuncia del interesado y como tal dará como resultado la extinción automática de la presente autorización.

**SEGUNDA.-** Deberá disponer de un contador volumétrico de caudal de agua fría debidamente homologado, según las prescripciones técnicas recogidas en la Orden ARM/1312/2009, de 20 de mayo, por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo (BOE de 27/05/2009 y en la Resolución de 23 de abril de 2014 del Presidente de la Confederación Hidrográfica del Segura, por la que se adapta el contenido de la Orden ARM/1312/2009, de 20 de mayo, en el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Segura (BOE del 26/04/2014).

El equipo de medición instalado deberá contabilizar la totalidad del volumen extraído de la captación y garantizar la fiabilidad de la lectura y la imposibilidad de su manipulación por terceros. Dicho contador deberá instalarse embridado a la tubería de impulsión, lo más cerca posible al sondeo o captación y quedando siempre visible el tramo de tubería entre la captación y el contador. Una vez colocado, se comunicará tal hecho a esta Confederación Hidrográfica para que su personal técnico lo revise (al igual que el conjunto de la captación) y precinte, momento a partir del cual queda autorizada la explotación comercial.

Asimismo, en los casos de toma alimentada desde la red eléctrica y para comprobar los volúmenes de agua extraídos, el peticionario autoriza al organismo de cuenca a recabar información de la empresa suministradora de energía, en relación con el consumo en los períodos en que la administración hidráulica acuerde su verificación. Cuando la Administración haga uso de esta facultad de comprobación, dará cuenta de forma inmediata al titular.

El titular del aprovechamiento está obligado a permitir y facilitar la instalación por parte de la Administración Hidráulica de cualquier sistema de medida y/o control que ésta estime necesario para garantizar que los caudales y volúmenes captados en cada momento se ajusten a lo autorizado, así como su posterior lectura y seguimiento, incluso cuando para ello sea preciso el acceso a instalaciones o recintos del titular. El incumplimiento de esta obligación será considerado infracción grave y causa suficiente para iniciar expediente de extinción del derecho.

**TERCERA.-** Se mantiene el plazo concesional de 20 años a contar desde la fecha de otorgamiento de la concesión (30/10/2003).

Esta concesión se entenderá hecha sin perjuicio de tercero.

De denunciarse la afección del aprovechamiento cuya concesión ahora se tramita a otros legalizados preexistentes, este Organismo verificará la realidad de los hechos levantando acta en la que se hará constar las características de la prueba y, en su caso, de la afección directa comprobada que, de resultar positiva, suspenderá temporalmente el aprovechamiento en tanto no se haya resuelto el expediente.

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE  
CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL SEGURA, S.A.

Información de Firmantes del Documento  
FERRI RAMOS AGISTIN CARMELO 06/03/2018 11:55(UTC)  
URL de validación <http://www.chsegura.es/chs/servicios/gestor/csv?csv=MA0080NNDMHP20QDDWKJMLC8NQRHVSH96L>



CSV : MA0080NNDMHP20QDDWKJMLC8NQRHVSH96L

De no ser posible la subsistencia del aprovechamiento, ni aún con el acondicionamiento de las obras, podrá optar entre la revisión de la misma de modo que no produzca afección o la restitución a los afectados de los caudales mermados en iguales condiciones de volumen y tiempo en que éstos eran obtenidos.

**CUARTA.-** Se encuentra terminantemente prohibido la aplicación de las aguas extraídas por el sondeo objeto de concesión fuera de la superficie de riego reconocida. De comprobarse que las aguas del presente sondeo, o cualquier otro recurso de los que disponen los solicitantes se utilicen fuera de la superficie de riego de la misma, implicará la caducidad de la presente concesión. Las condiciones específicas que definen el aprovechamiento cuya concesión se otorga, se corresponden con las que ya constan en la inscripción vigente, en tanto no resulten modificadas por la variación que ahora se pretende.

**QUINTA.-** Esta resolución es inmediatamente ejecutiva de conformidad con el art. 94 de la Ley 30/1992 modificada por la Ley 4/1999, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

**SEXTA.-** Toda modificación de las características esenciales del aprovechamiento o su régimen de explotación, requerirá la autorización administrativa de este Organismo. El incumplimiento de las condiciones impuestas en esta concesión, constituye una infracción administrativa tipificada en el artículo 116 del texto refundido de la Ley de Aguas (RDL 1/2001, de 20 de julio), susceptible de sanción.

Firmado electrónicamente por el Jefe de la sección del  
Registro de Aguas.- Agustín Ferrí Ramos.

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE  
CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL SEGURA, S.A.

Información de Firmantes del Documento			
FERRI	RAMOS	AGISTIN CARMELO	06/03/2018 11:55(UTC)

URL de validación <http://www.chsegura.es/chs/servicios/gestorcsv?csv=MA0080NNDMHP20QDOWKJMLC8NQRH/5H8SL>



CSV : MA0080NNDMHP20QDOWKJMLC8NQRH/5H8SL

#### 4.3 Parámetros de riego.

En la actualidad, la Comunidad de Regantes promotora del presente Proyecto ya dispone de una serie de infraestructuras y redes de distribución de agua a presión, para su utilización mediante riego localizado en todas las parcelas que la componen.

Tras varios años de funcionamiento de otras redes de riego localizado en la misma comarca, se comprueba que la mayoría de las instalaciones particulares están dotadas de emisores autocompensantes con caudal nominal de **2,0 L/h**. Se ha comprobado que este tipo de instalaciones funciona de forma adecuada y da lugar a resultados muy satisfactorios en cuanto a eficiencia y uniformidad en parcela.

Emisor	Q (L/h)	S. emisores (m)	Rango (mca)
Autocompensante	2,0	0,5	5 - 40

El caudal ficticio continuo ( $q$ ) que se utilizará será el correspondiente al mes de mayores requerimientos hídricos. Así pues, para el mes de julio el caudal ficticio continuo vendrá dado por la expresión:

$$q_{fc} = NT_t \cdot \frac{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{24 \text{ h/día} \cdot 3.600 \text{ s/h}} = 0,13 \text{ L/s} \cdot \text{ha}$$

Cultivo	Mes NRt máx.	NR <sub>n(ri)</sub> mm/día	q <sub>fc</sub> (L/s·ha)
Vid	Julio	1,08	0,13

Conocido el caudal ficticio continuo ( $q_{fc}$ ), el volumen máximo diario requerido por unidad de superficie será:

$$V_u = q_{fc} \left( \frac{\text{L}}{\text{s}} \cdot \text{ha} \right) \cdot 24 \text{ h/día} \cdot 3600 \text{ s/h} = 10.813 \text{ L/ha} \cdot \text{día}$$

#### 4.4 Organización del riego.

El riego se establece mediante una red de tuberías a presión con riego localizado a partir de hidrantes multiusuario con organización a la demanda.

#### 4.5 Necesidades de riego.

A partir de las necesidades totales mensuales se cuantifica el volumen de agua anual requerido para cubrir el riego de la superficie cultivadas de Vid. El volumen anual requerido será:

Cultivo	NT <sub>r</sub> (mm/año)
Vid	<b>95,24</b>

Aceptando un **5 %** de pérdidas debidas a la evaporación, posibles fugas en la red, roturas accidentales, etc. y una superficie total de **1.300,00 ha**, el volumen anual requerido vendrá dado por:

$$V_{\text{total}} = 1,05 \cdot NT_r \cdot S \cdot 10 = 1.300.000 \text{ m}^3/\text{año}$$

Siendo:

- $NT_{ri}$ : Necesidades totales de riego durante el mes  $i$
- $S$ : Superficie de la zona regable.

La dotación por unidad de superficie y cultivo será:

$$V_{\text{anual}} = 1.000 \text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{año}$$

#### 4.6 Volumen anual.

Aplicando los mismos criterios del epígrafe anterior obtenemos la siguiente tabla, en donde aparecen los volúmenes consumidos mensualmente por los Vid y frutales por unidad de superficie.

Mes	Volumen mes (m <sup>3</sup> /día)	Días mes	Volumen mes (m <sup>3</sup> )
ENERO	-	31	-
FEBRERO	-	28	-
MARZO	-	31	-
ABRIL	-	30	-
MAYO	5.279	31	163.639
JUNIO	14.759	30	442.775
JULIO	12.797	31	396.706
AGOSTO	5.551	31	172.075
SEPTIEMBRE	4.160	30	124.804
OCTUBRE	-	31	-
NOVIEMBRE	-	30	-
DICIEMBRE	-	31	-
<b>ANUAL</b>	-	-	<b>1.300.000</b>

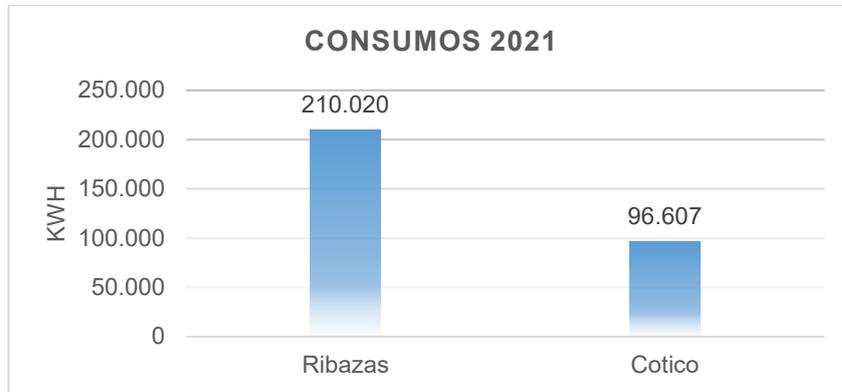
## 5 SOLUCIÓN ADOPTADA.

En el presente apartado se expone la problemática existente, así como las soluciones en cada una de las actuaciones a llevar a cabo.

### 5.1 Situación actual.

Los consumos energéticos de la Comunidad de Regantes son elevados lo que implica un elevado coste del agua de riego y, por tanto, un aumento de los costes de explotación. En concreto, los consumos más altos se observan en los cabezales de Ribazas y Cótico.

La intención de la Comunidad de Regantes es ir sustituyendo la energía eléctrica procedente de la red por energías renovables como la energía solar fotovoltaica para los distintos equipos de bombeo con los que cuenta tanto para riego directo como rebombes. En particular, con el presente proyecto se pretende alimentar los consumos de Ribazas (CUPS: ES0021000013019984NA) y Cotico (CUPS: ES0021000013020010JY). En el año 2021 se obtuvo un consumo total de 306.627 kWh, repartidos del siguiente modo:



**5.1.1 Cabezal Ribazas.**

Los consumos energéticos de Ribazas son los siguientes:

Mes	P total (kWh) año 2.021 ES0021000013019984NA	% mensual
Enero	1.549	0,74%
Febrero	1.490	0,71%
Marzo	1.550	0,74%
Abril	1.500	0,71%
Mayo	7.921	3,77%
Junio	11.670	5,56%
Julio	51.042	24,30%
Agosto	97.398	46,38%
Septiembre	25.534	12,16%
Octubre	7.332	3,49%
Noviembre	1.487	0,71%
Diciembre	1.547	0,74%
<b>Total</b>	<b>210.020</b>	---

En el cuadro anterior se muestran los consumos energéticos del 2021 para los equipos de bombeo situados en Ribazas. En total se tiene un consumo energético anual de 210.020 kWh. Se observa como la práctica totalidad de los consumos (82,84 %) se producen en la época estival, por lo que se deberá maximizar la producción fotovoltaica en este periodo.

**5.1.1 Cabezal Cotico.**

Los consumos energéticos de Cotico son los siguientes:

Mes	P total (kWh) año 2.021 ES0021000013020010JY	% mensual
Enero	910	0,94%
Febrero	838	0,87%
Marzo	972	1,01%
Abril	893	0,92%
Mayo	1.218	1,26%
Junio	2.832	2,93%
Julio	22.368	23,15%
Agosto	50.871	52,66%
Septiembre	11.262	11,66%
Octubre	2.600	2,69%
Noviembre	904	0,94%
Diciembre	939	0,97%
<b>Total</b>	<b>96.607</b>	<b>---</b>

En el cuadro anterior se muestran los consumos energéticos del 2021 para los equipos de bombeo situados en Cotico. En total se tiene un consumo energético anual de 96.607 kWh. Se observa como la práctica totalidad de los consumos (87,47 %) se producen en la época estival, por lo que se deberá maximizar la producción fotovoltaica en este periodo.

## 5.2 Justificación de la solución adoptada.

Para poner una solución técnica eficiente a las problemáticas anteriormente expuestas, se plantean las siguientes actuaciones en cada una de las principales obras.

- **Instalación fotovoltaica en Ribazas de 397,44 kWp** para alimentación de los equipos de bombeo sobre estructura metálica fija. Con ello se conseguirá reducir así el precio del m<sup>3</sup> de agua de riego considerablemente además de una importante reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- **Instalación fotovoltaica en Cotico de 362,88 kWp** para alimentación de los equipos de bombeo sobre estructura metálica fija. Con ello se conseguirá reducir así el precio del m<sup>3</sup> de agua de riego considerablemente además de una importante reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

## 6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS.

En el siguiente punto, se describen de forma detallada todas las obras a ejecutar en el presente proyecto. En este caso se trata de dos instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo sin excedentes en los emplazamientos de Ribazas y Cotico.



Instalaciones FV proyectadas en Ribazas (izq.) y Cotico (der.)

### 6.1 Instalación fotovoltaica Ribazas.

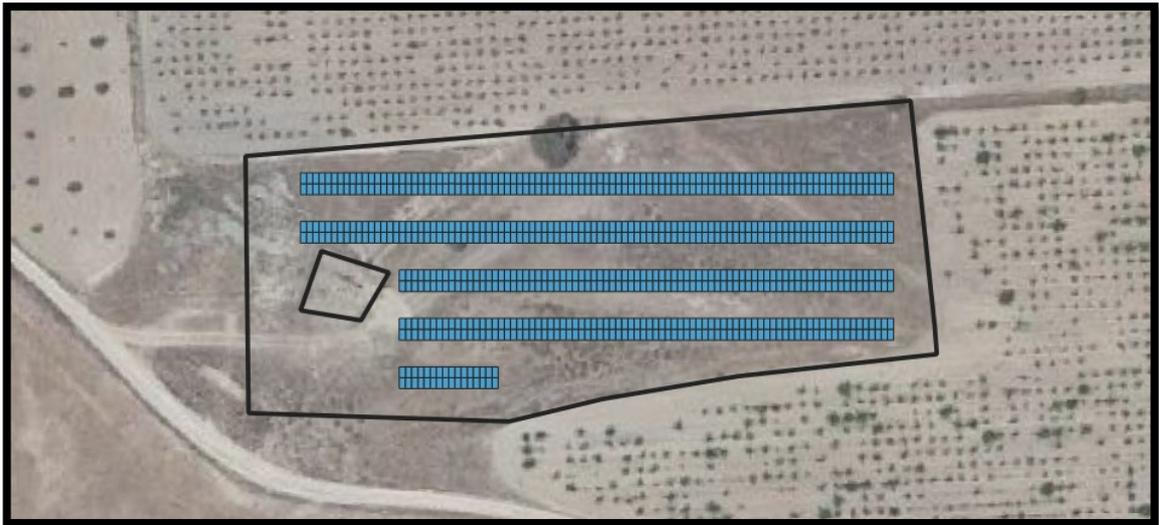
Para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones de bombeo, se ha proyectado una instalación fotovoltaica que permita alimentar los equipos situados en el bombeo Ribazas. Se trata de un sistema de autoconsumo sin excedentes para los equipos existentes.

El mismo queda situado en la parcela 89 y 90 del polígono 9 (02033A00900089 y 02033A00900090) en el T.M. de Fuente-Álamo (Albacete). Sobre este emplazamiento se diseña un sistema de **captación solar de 397,44 kWp** que permite alimentar a los equipos situados en el cabezal Ribazas. Las características técnicas de los mismos son las siguientes:

<b>Modelo de la bomba</b>	<b>INDAR UGP 1220-2</b>
<b>Nº de bombas</b>	<b>2</b>
<b>Caudal unitario (P.F.)</b>	140 L/s
<b>Altura manométrica (P.F.)</b>	65 m.c.a.
<b>Rendimiento de la bomba</b>	80 %
<b>Potencia de la bomba</b>	163 CV / 122 kW
<b>Potencia del motor</b>	205 CV / 153,0 kW

<b>Modelo de la bomba</b>	<b>INDAR UGP 1020-4R</b>
<b>Nº de bombas</b>	<b>1</b>
<b>Caudal unitario</b>	50 L/s
<b>Altura manométrica</b>	90 m.c.a.
<b>Rendimiento de la bomba</b>	80 %
<b>Potencia de la bomba</b>	88 CV / 66 kW
<b>Modelo del motor</b>	25-3/100
<b>Potencia del motor</b>	105 CV / 78,4 kW

El emplazamiento del parque solar es el que se muestra a continuación:



### Emplazamiento instalación FV.

Dicho campo fotovoltaico consta de **736 módulos** repartidos en strings de **16 módulos en serie** interconectados con una potencia por **módulo de 540 Wp** y de 8,64 kWp por string. Estos strings se agrupan en **4 inversores de red de 100 kWn**, que disponen de las adecuadas protecciones de corriente continua y elementos necesarios para la monitorización del generador fotovoltaico. Cada uno de los inversores previstos agrupa entre 10 y 12 strings. Desde cada inversor parte las líneas en CA hasta el cuadro principal CP que se sitúa en la parcela anexa (02033A00900089). **La instalación tiene una potencia pico de 397,44 kW** y alimenta a 3 consumidores que se corresponden con dos bombas de 122 kW y una bomba de 66 kW.

Los módulos fotovoltaicos irán instalados sobre una estructura metálica aporticada orientada al sur y con una inclinación de 25° en estructura fija con los módulos situados en vertical.

#### 6.1.1 Justificación del tipo de instalación según Real Decreto 244/2019.

Según el artículo 3 de Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, se debe considerar la tipología de la presente instalación como:

“e) Instalación conectada a red: Aquella instalación de generación conectada en el interior de una red de un consumidor, que comparte infraestructuras de conexión a la red con un consumidor o que esté unida a este a través de una línea directa y que tenga o pueda tener, en algún momento, conexión eléctrica con la red de transporte o distribución. También tendrá consideración de instalación de generación conectada a la red aquella que está conectada directamente a las redes de transporte o distribución.”

Las instalaciones desconectadas de la red mediante dispositivos interruptores o equivalentes se consideran instalaciones conectadas a red a los de aplicación de este real decreto.

En el supuesto de instalaciones de generación conectadas a la red interior de un consumidor, se considera que ambas instalaciones están conectadas a la red cuando o bien la instalación receptora o bien la instalación de generación esté conectada a red.

Bajo los supuestos contemplados en dicho artículo se pone de manifiesto que la instalación de autoconsumo se considera conectada a red.

En el presente Proyecto, la instalación que se diseña se trata de un autoconsumo sin excedentes con inversores de red, por lo que, para cumplir con la Normativa vigente, se deberán disponer de un sistema antivertido certificado.

#### 6.1.2 Criterios de dimensionado.

Para la presente instalación fotovoltaica se han considerado los siguientes criterios de dimensionado:

- El perfil de consumo se deberá ajustar para que el aprovechamiento de la producción de energía solar sea máximo creando una comparativa entre la situación con y sin fotovoltaica con el fin de obtener los ahorros producidos.
- Al menos el 45 % del consumo de P. activa actual debe ser generado con energía solar fotovoltaica.
- Periodo de amortización inferior a 15 años.
- Espacio disponible perteneciente a la Comunidad de regantes para la instalación de todos los equipos eléctricos necesarios.

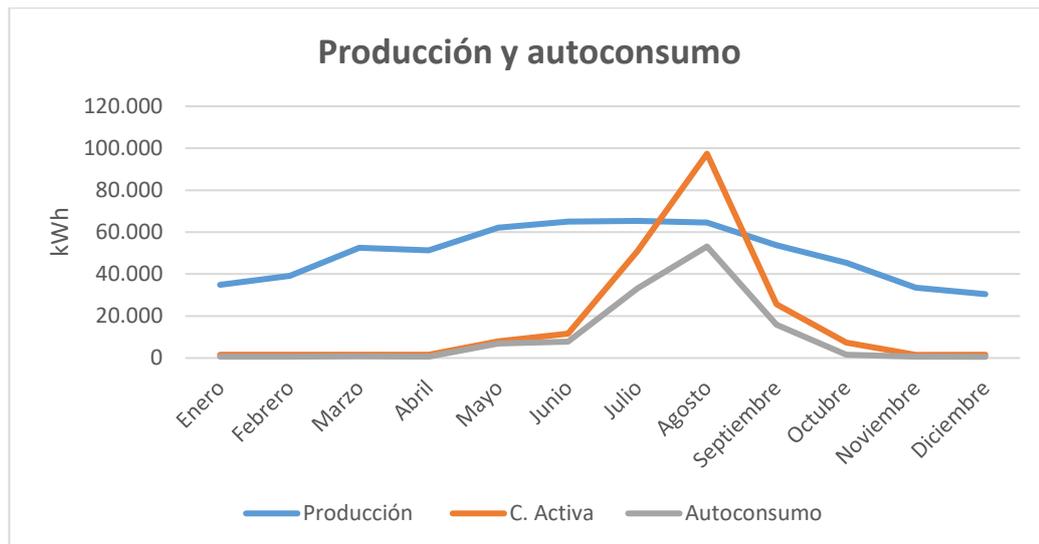
Con estos criterios se determinará la potencia pico y se obtendrán las producciones horarias y aprovechamientos de las mismas. Se adjunta un estudio económico donde se cuantifica tanto el periodo de retorno de diferentes potencias instaladas como los ahorros potenciales que genera cada parque fotovoltaico.

En el anejo 8 “Estudio de alternativas FV Ribazas”, se estudian diferentes alternativas, en cuanto a la potencia instalada se refiere.

#### 6.1.3 Producción energética y consumos.

Para determinar el aprovechamiento de la solución adoptada, se han obtenido las producciones horarias de un año tipo. Estas producciones se han puesto en comparación con el perfil de consumo obtenido de facturas del periodo anual correspondiente a 2.021. Dados los periodos horarios que tiene la tarifa 6.1TD, el aprovechamiento de la instalación fotovoltaica era bajo, por lo que se ha determinado un nuevo perfil de consumo para un máximo aprovechamiento de la instalación.

Es evidente que para un mayor aprovechamiento de las instalaciones solares se deben de cambiar los hábitos de consumo pasando de un mayor uso nocturno, donde la tarifa es más económica, a un aumento del uso en horas solares, aprovechando la energía generada.



El campo solar tiene la capacidad de producir anualmente un total de 598.112,07 kWh. El consumo energético de la instalación con el perfil de consumo actual es de 210.020,00 kWh anuales. El valor de autoconsumo que se obtiene es de 122.348,18. kWh. Por tanto, un 58,26 % del consumo total se podría generar con energía solar. Cabe destacar que un total de 475.763,89 kWh no son aprovechables.

#### 6.1.4 Adecuación de la parcela.

Antes de comenzar las obras que darán lugar a la instalación fotovoltaica, es necesario realizar unas tareas previas sobre el terreno. En primer lugar, se llevará a cabo un desbroce y adecuación de la superficie donde se instala el campo solar mediante medios mecánicos. En total se requiere **un desbroce en una superficie de 6.351,00 m<sup>2</sup>**.

Además, se requiere de la tala de ciertos árboles que recaen sobre la zona donde se dispondrán los paneles o que podrían provocar sombras sobre los mismos en algunas horas del día. Estos se cortarán de forma manual con motosierra quedando totalmente troceados para su gestión de acuerdo al Anejo N°13 Gestión de Residuos. En total se requiere la **corta y tronzado de 4 árboles**.

#### 6.1.5 Movimiento de tierras.

Tras ello se llevará a cabo el movimiento de tierras el cual se ha obtenido mediante el estudio de los modelos digitales del terreno (MDT) natural y el terreno modificado. El estudio consiste en generar un MDT del terreno original con datos tomados en campo y a partir de él, obtener los perfiles transversales del mismo mediante una equidistancia definida. Del mismo modo se definen los perfiles transversales correspondientes a la explanada del terreno modificado. Por diferencia entre los dos tipos de perfiles se obtiene el volumen a excavar y terraplenar en cada tramo. Se trata de un método bastante preciso y que ofrece unos resultados satisfactorios. El MDT del terreno original se ha obtenido a partir de los trabajos Modelo Digital del Terreno obtenido del CNIG denominado Modelo Digital del Terreno - MDT05 con un tamaño de pixel de 5,0 m. Tras ello, se realizó mediante el software MDT 7.5 el terreno modificado de los cuales se extrajeron diversos perfiles transversales tal y como se indica en el Anejo nº 6.

Tras ello, se han obtenido los volúmenes de desmonte y terraplén que es necesario mover para conformar la explanada.

Parámetro	Vol. (m³)
Vol. desmonte y transporte a terraplén o caballero	2.379,54
Excedente excavación	476,37

Como se puede observar, existe un excedente de material procedente de la excavación que será reutilizado en la obra de acuerdo a lo establecido en el Anejo N°13 Gestión de Residuos.

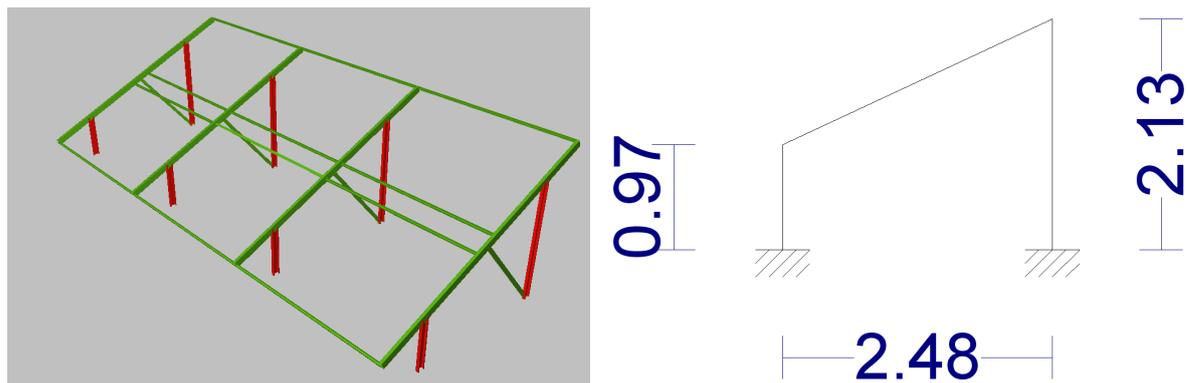
Según el estudio geotécnico, los materiales esperados a obtener en el movimiento de tierras son los siguientes:

% Flojo	% Tránsito	% Roca
25,0	30,0	45,0

**6.1.6 Estructura soporte en suelo.**

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos consiste en una estructura aporticada de dintel inclinado con una tornapunta que disminuye la flexión del mismo, conformado por una serie de perfiles de acero laminado en caliente.

La estructura tiene una longitud variable en función de su ubicación sobre la parcela, pero siempre múltiplo de 2,5 m y con un ancho en planta de 3,72 m. La estructura sostiene los módulos y transmite sus cargas al sistema de cimentación a través de los pilares ordenados en dos filas, las cuales están separadas 2,48 m y cada pilar está separado 2,5 m del siguiente.



**Esquema de cálculo de la estructura.**

Los dos soportes son de 0,97 y 2,13 m de altura, el primero de perfil CF 100x2,5 mm y el segundo igual al anterior. El dintel con una inclinación de 25° tiene una longitud de 4,10 m. y soporta 4 correas longitudinales, dos por fila de paneles, con perfil 41/41x2,5 mm de acero.

Entre el dintel y el soporte largo existe un jabalcón o diagonal de 1,80 m. de longitud que se une en el

punto medio del dintel. Se compone de un perfil CF 60x2,0 mm. Se encuentra rígidamente unido en sus extremos. El dintel dispone en su parte superior e inferior de un voladizo.

Las correas son de perfil rectangulares de 41x41x2,5 mm de acero a separaciones que coincidan con las zonas de anclaje de los módulos fotovoltaicos.

En resumen, la dimensión total de la estructura es de 2,43 m. de altura y 3,72 m de longitud (proyección). La estructura se encuentra anclada al suelo mediante el perfil CF 100x2,5 mm hincado directamente al suelo, tanto en la parte delantera como en la trasera entra dentro del suelo 1,60 m. No existe por tanto piezas de unión entre el pórtico y la cimentación.

Puesto que el suelo no es homogéneo en todos sus puntos, es probable que en la ejecución de la obra existan ciertos perfiles donde no es posible llevar a cabo un hincado. El procedimiento a seguir en estos casos es el siguiente:

- Perforación de orificio de dimensiones superiores al perfil metálico a hincar para terrenos compactos y/o rocosos y a una profundidad de 1,60 m como mínimo mediante la técnica de Pedrelling.
- Relleno:
  - o Relleno de hormigón HM-20 con el perfil metálico introducido (si es necesario).
  - o Relleno con el material extraído (si es necesario).
- Ensayo *Pull-out* en cada uno de los perfiles con las cargas expuestas en el anejo.

En el presupuesto se contempla una partida especial para estos hincados donde se tiene en consideración cierto % de estos sobrecostos.

#### 6.1.7 Módulos fotovoltaicos.

Se ha optado por una **potencia nominal de captación de 397,44 kWp** que estará formado por un total de 736 módulos fotovoltaicos de 540 Wp de 144 half-cells y 48 V colocados en serie. Los mismos quedan distribuidos en 46 strings de 16 módulos cada una.

La instalación de los mismos sobre la estructura portante asegurará que queden con una inclinación de 25° y un azimut de 0° (orientadas al sur) en el caso de las instaladas en suelo sobre una estructura metálica fija. Las principales características de los módulos son las siguientes:

Características	Descripción
Potencia Max	540 W
Eficiencia (STC)	21,1 %
Tolerancia de potencia	-0/+ 5 W
Altura x anchura	2256 x 1133 mm (2,51 m <sup>2</sup> )
Tensión en MPP	41,65 V

Características	Descripción
Corriente MPP	12,97 A
Tensión de circuito abierto	49,5 V
Corriente de cortocircuito	13,85 A
TONC	45 °C
Tensión Uoc	-0,27 %/°C
Corriente Isc	0,048 %/°C
Potencia Pmpp	-0,35 %/°C
Peso	27,2 kg

#### 6.1.8 Inversores de red.

La potencia de diseño del parque solar es de **397,44 kWp** para aprovechar el espacio disponible y aportar la energía mayor energía posible para garantizar el funcionamiento de los equipos de bombeo en la mayor medida posible con energía de origen fotovoltaico.

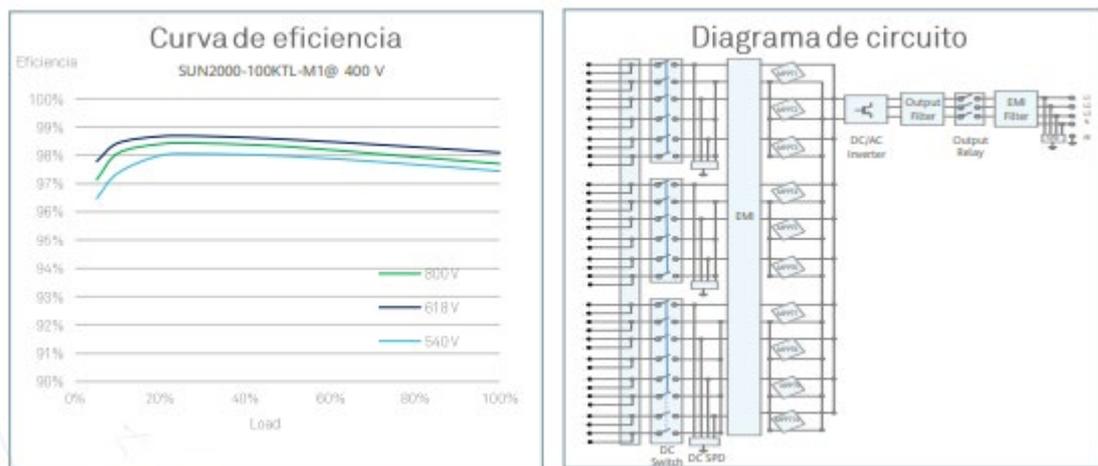
El inversor es el elemento encargado de convertir la energía eléctrica producida por los módulos solares fotovoltaicos de corriente continua en corriente alterna.

Los criterios que han determinado la solución de inversores de red son los siguientes:

- Inversor de potencia muy habitual y del que hay gran número de marcas disponibles en el mercado.
- Configuración de varios inversores en paralelo a uno único de mayor tamaño, para que la instalación pueda seguir funcionando en caso de fallo de alguno de ellos.
- Simplicidad del sistema.
- Compatibilidad entre inversores de la misma marca, modelo y tipo.
- Reducir la probabilidad de posibles errores de configuración en la ejecución de la instalación y la conexión eléctrica.

Para este caso, debido a la situación de los módulos fotovoltaicos sobre la parcela y diferentes simulaciones de aprovechamientos realizadas con diferentes gamas y tipos de inversores, se llega a la conclusión de que el mejor aprovechamiento se establece con la siguiente solución.

Se trata de la colocación de cuatro inversores de potencia nominal 100 kW con una tensión de salida en CA de 400 V que conecte, tras la ejecución de un cuadro de protección de inversores (CP-FV) directamente con el embarrado existente en el cuadro principal de la caseta de bombeo.



Las características técnicas principales de este tipo de inversores son las que se muestran a continuación:

- Entrada.
  - o Rango de tensiones de operación de MPPT ..... 200-1000 V
  - o Nº máximo de entradas ..... 20 entradas
  - o Número de MPPTs ..... 10 uds
- Salida.
  - o Potencia nominal activa de CA ..... 100 kW
  - o Tensión nominal de salida ..... 230-400 V
  - o Frecuencia nominal ..... 50/60 Hz
  - o Intensidad de salida nominal ..... 152,0 A
- Protecciones.
  - o Dispositivo de desconexión lado CC ..... Sí
  - o Protección contra funcionamiento en isla ..... Sí

- Protección contra sobre intensidad de CA..... Sí
- Protección contra polaridad inversa ..... Sí
- Monitorización de fallas de string ..... Sí
- Protector contra sobretensiones de CC ..... Tipo II
- Protector contra sobretensiones de CA ..... Tipo II
- Detección de aislamiento en CC ..... Sí
- Unidad de monitorización de la intensidad residual..... Sí
- Comunicaciones.
  - Monitor..... Indicadores LED
  - RS485..... Sí
  - MBUS ..... Sí
  - USB ..... Sí
- General.
  - Dimensiones..... 1.035 x 700 x 365 mm
  - Clase de protección..... IP66

### 6.1.9 Cableado CC.

A continuación, se describe cada una de las líneas que se han calculado en los anejos para el lado de corriente continua que comprende desde la salida de los módulos fotovoltaicos hasta la llegada a cada inversor.

#### 6.1.9.1 Cableado entre módulos.

Todos los strings del campo fotovoltaico son iguales en número de módulos. Se forman con 16 módulos fotovoltaicos dispuestos en serie.

Para la canalización del cable conexionado entre módulos se aprovecha la estructura a modo de bandeja en la cual están dispuestos los módulos fotovoltaicos. Para la formación de los strings se conectan los módulos en serie utilizando su pequeño tramo de cable de 4 mm<sup>2</sup> y los conectores normalizados MC4.



Los strings, ya conectados, se conectan con a los inversores situados a pie de estructura. Estas conexiones se llevan a cabo con cables de  $6 \text{ mm}^2$  para evitar superar la caída de tensión permitida por el REBT (1,5 %).

Los circuitos se han de identificar indeleblemente de acuerdo con un plano de identificación de strings para la posterior trazabilidad de rendimientos y averías. En el Documento N° 2 Planos, se adjuntan los esquemas unifilares.

Para las canalizaciones subterráneas que sean necesarias en este tipo de cableado se utilizarán arquetas prefabricadas de hormigón de dimensiones exteriores  $0,80 \times 0,80 \times 0,80 \text{ m}$  con tapa de fundición con marco, sobre enchachado de piedra, solera de hormigón perforada para drenaje.

#### **6.1.9.2 Cableado string – inversores.**

Para el cableado de los módulos fotovoltaicos, los conductores aislados son de tensión asignada no inferior a  $1/1 \text{ kV}$  y tiene un recubrimiento que garantiza una buena resistencia a las acciones climatológicas y satisfacen las exigencias de la Normas EN 50618/IEC 62930. El tipo de conductor seleccionado para el interconexión de los módulos fotovoltaicos es de tipo PV ZZ-F/H1Z2Z2-K y tiene una sección de  $6 \text{ mm}^2$ .

Esta tipología de cable está indicada para instalaciones fotovoltaicas. Los materiales empleados en su fabricación permiten que sea instalado tanto en intemperie como cubiertos sin alterar sus propiedades. Tienen una vida útil de hasta 30 años según UNE-EN 60216-2, resistencia a los rayos ultravioleta según EN-50618, libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754 y soportan temperaturas de hasta  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Los conectores empleados para conectar los strings a los inversores son los mismos que se emplean para la interconexión de módulos fotovoltaicos. Estos conectores son de tipo MC-4 para sección igual a la empleada.

Los accesorios que se empleen en las redes aéreas deben estar debidamente protegidos contra la corrosión y envejecimiento, y además resistir los esfuerzos mecánicos a que puedan ser sometidos, con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al dispositivo de anclaje donde estén instalados.

Para el conexionado de los diferentes strings, o conjunto de módulos fotovoltaicos, se utiliza como canalización la misma estructura donde se colocan los módulos. Los cables se instalarán de tal forma que no se modifique la resistencia de la estructura.

En total se requieren las siguientes mediciones de cableado.

Sección	Tipo	L (m)
6 mm <sup>2</sup>	PV ZZ-F/H1Z2Z2-K	3.701,8

#### 6.1.10 Cableado CA.

##### 6.1.10.1 Cableado de inversor a CP.

Los conductores aislados que conectan los inversores hasta el cuadro principal donde se conectan al embarrado principal tienen una tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV. Estas canalizaciones se dispondrán en tubos enterrados cumpliendo las especificaciones de la ITC-21. En concreto se deberán cumplir las especificaciones de la *Tabla 9. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir*. Se prevé el empleo de cables tipo RV-K de cobre con terminales normalizados en ambos extremos. La distribución de los circuitos desde los inversores, así como las características de sección de conductores y tubos se especifican en los anejos correspondientes y el documento planos.

Los cables eléctricos que se utilizan en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 21.1002, cumplen con esta prescripción. Se prevé el empleo de cables RV-K de cobre con terminales normalizados en ambos extremos.

La instalación de estos cables será en tubos de PE enterrados según se indica en el documento Planos.

LINEA	L (m)	DESCRIPCIÓN
<b>Inversor 1 – CP</b>	74,7	0,6/1 kV Cu 1x3x240+ 120 mm <sup>2</sup>
<b>Inversor 2 – CP</b>	85,4	0,6/1 kV Cu 1x3x240+ 120 mm <sup>2</sup>
<b>Inversor 3 – CP</b>	95,5	0,6/1 kV Cu 1x3x240+ 120 mm <sup>2</sup>
<b>Inversor 4 - CP</b>	106,2	0,6/1 kV Cu 1x3x240+ 120 mm <sup>2</sup>

### 6.1.10.2 Cableado CP a CP existente.

Esta línea discurre soterrada bajo tubo de PE hasta la caseta donde se ubican los equipos auxiliares de la instalación fotovoltaica y en por el interior de la caseta donde se sitúan los equipos auxiliares de la instalación fotovoltaica. Las líneas se realizarán con conductores canalizados por los muros interiores de la edificación mediante bandejas.

Los cables eléctricos que se utilizan en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 21.1002, cumplen con esta prescripción. Se prevé el empleo de cables RV-K de cobre con terminales normalizados en ambos extremos.

Para las canalizaciones subterráneas que sean necesarias en este tipo de cableado se utilizarán arquetas prefabricadas de hormigón de dimensiones exteriores 0,80x0,80x0,80 m con tapa de fundición con marco, sobre enchachado de piedra, solera de hormigón perforada para drenaje.

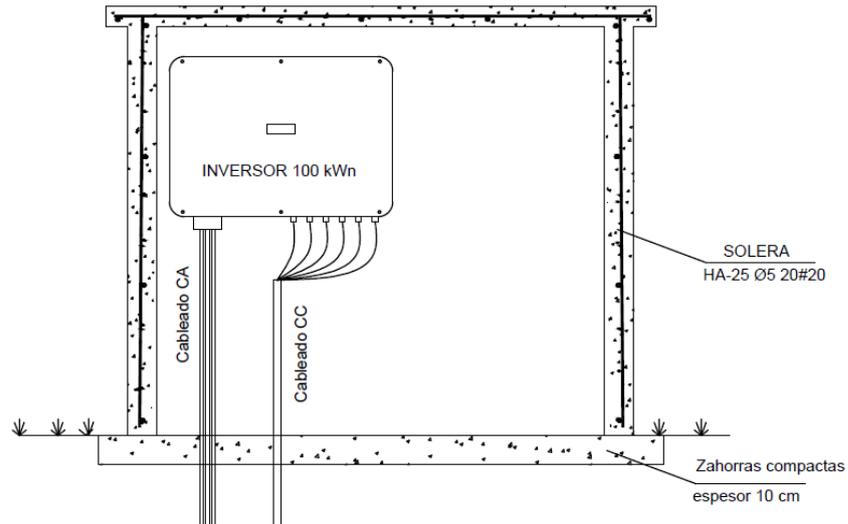
LINEA	L (m)	DESCRIPCIÓN
CP – CP exist.	100,1	0,6/1 kV Cu 3(3x240 mm <sup>2</sup> + 120 mm <sup>2</sup> ) RV-K

### 6.1.11 Protecciones CC.

A continuación, se muestran las protecciones que son necesarias en cada una de las cajas de conexiones que se proyectan junto a los inversores en el interior de la hornacina de hormigón.

#### 6.1.11.1 Hornacina.

Para albergar tanto las protecciones de corriente continua como los inversores se decide colocar hornacinas a pie de string de dimensiones interiores 150x68x120 cm y exteriores de 168x82x125 para instalación de elementos eléctricos formada por placas de hormigón HA-25, mallazo electrosoldado de #20x20x5 de calidad B500T y puerta opaca de acero galvanizado con rejilla de ventilación.



La misma descansa sobre una capa de zahorras compactadas de 10 cm de espesor tal y como se muestra en la imagen anterior.

### 6.1.11.2 Protecciones y medición.

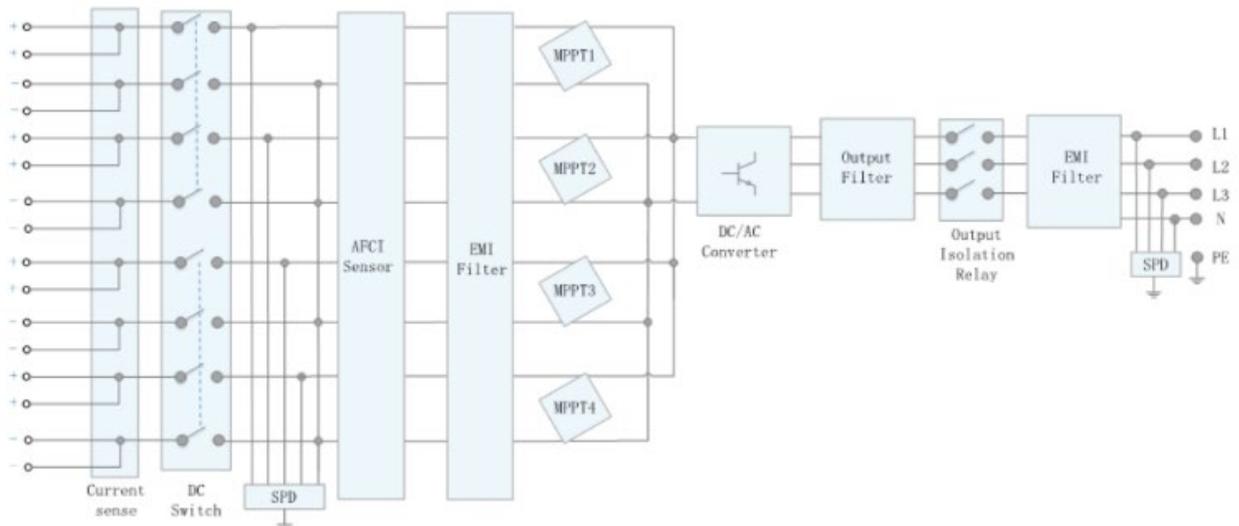
Los inversores instalados llevan incorporados todos los elementos de protección, control y maniobra necesarios por lo que no es preceptivo de la instalación de los mismos. Todos los cables que entren y salgan lo deberán hacer a través de prensaestopas adecuados.

Características y protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad Inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Sí
Descargador de sobretensiones de CA	Sí
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Control del receptor Ripple	Sí
Recuperación PID integrada3	Sí

Comunicación	
Display	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP
RS485	Sí
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)
Monitoring BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)

## Diagrama de circuito



En el proyecto se adjunta un plano en el cual se ve la ubicación de cada una de las hornacinas y el número de strings que cada una de ellas agrupa.

### 6.1.12 Cuadro CP de corriente alterna (CP-FV).

Su misión es recibir las diferentes acometidas desde cada uno de los inversores, efectuar la distribución y protección de los diferentes circuitos acometidos y derivados, para lo cual se alojan los diferentes elementos de protección contra contactos indirectos, sobrecargas y cortocircuitos. Para ello se empleará una envolvente metálica normalizada de dimensiones adecuadas para albergar todos los embarrados y componentes que deberá contener en su interior:

- Protecciones Base portafusible + Fusible para acometidas inversores con sus correspondientes pletinas para abrochar los cables que componen los circuitos.
- Embarrado intensidad >800 A con sus correspondientes aisladores, soportes y pletinas de conexión con protecciones fusibles y seccionador general.
- Seccionador general de bobina de disparo de para aplicaciones solares de 400 V.
- Protector contra sobre tensiones de clase II, para aplicaciones solares, preferentemente con teleseñalización.
- Vigilante de aislamiento.
- Seta de emergencia.
- Cableado interno y bornes de conexión para automatización (señalizador del protector de sobretensiones, circuito de seta de emergencia y conexión Modbus RTU para interconexión con el analizador de redes.

Además, se instalará un protector contra sobretensiones de clase II, preferentemente con teleseñalización. Este elemento se conectará a las tierras del parque fotovoltaico.

También se deberá instalar un vigilante de aislamiento. El contacto libre de potencia de este vigilante de aislamiento deberá serializarse con la automatización y con la bobina de disparo del seccionador general fotovoltaico instalado en el cuadro de la acometida, de forma que, en caso de fallo en el aislamiento del generador fotovoltaico se produzca, inmediatamente, la desconexión del mismo y el aviso remoto con la alarma.

#### 6.1.13 Cuadro CP cabezal (CP-CA).

Para recibir la línea que viene desde el cuadro principal de la instalación FV y en el cual se concentra toda la intensidad del mismo, se proyecta el siguiente cuadro de protecciones que permitirá aislar el parque fotovoltaico de la red antes de conectar con el cuadro principal existente.

- Protecciones Base portafusible + Fusible para acometidas inversores con sus correspondientes pletinas para abrochar los cables que componen los circuitos.
- Embarrado intensidad >800 A con sus correspondientes aisladores, soportes y pletinas de conexión con protecciones fusibles y seccionador general.
- Seccionador general de bobina de disparo de para aplicaciones solares de 400 V.
- Protector contra sobre tensiones de clase II, para aplicaciones solares, preferentemente con teleseñalización.
- Vigilante de aislamiento.
- Seta de emergencia.
- Cableado interno y bornes de conexión para automatización (señalizador del protector de sobretensiones, circuito de seta de emergencia y conexión Modbus RTU para interconexión con el analizador de redes.

Además, se instalará un protector contra sobretensiones de clase II, preferentemente con teleseñalización. Este elemento se conectará a las tierras del parque fotovoltaico.

También se deberá instalar un vigilante de aislamiento. El contacto libre de potencia de este vigilante de aislamiento deberá serializarse con la automatización y con la bobina de disparo del seccionador general fotovoltaico instalado en el cuadro de la acometida, de forma que, en caso de fallo en el aislamiento del generador fotovoltaico se produzca, inmediatamente, la desconexión del mismo y el aviso remoto con la alarma.

#### 6.1.14 Puesta a tierra.

##### 6.1.14.1 Puesta a tierra del campo FV.

La estructura soporte, así como los módulos fotovoltaicos se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas, permitir a los vigilantes de aislamiento la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes de falta o descarga de origen atmosférico.

A esta misma tierra se conectarán también las masas metálicas de la parte de alterna (fundamentalmente los inversores).

De acuerdo con ITC-18, las secciones de las tomas de tierra deben ser las indicadas en la siguiente tabla:

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Cabe indicar que se realizará una toma de tierra a la que se conectarán directamente las estructuras soporte del generador fotovoltaico, los marcos de los módulos, conectados a los inversores.

Así, la puesta a tierra de los módulos fotovoltaicos debe efectuarse mediante conductores unidos a sus marcos, no bastando únicamente con su unión física. Este conductor de protección será aislado de 6 mm<sup>2</sup> de sección ya que el conductor de cada fase es de 4 mm<sup>2</sup> correspondiente a cada latiguillo de los propios módulos) y se unirá al módulo aprovechando la unión atornillada de este a la estructura o medios equivalentes. El conductor de protección entre los módulos será de 6 mm<sup>2</sup> de sección.

##### 6.1.14.2 Toma a tierra CP.

La edificación para cuadros eléctricos del parque fotovoltaico se conecta a tierra, para ello se utiliza cable desnudo de cobre con una **sección mínima de 35 mm<sup>2</sup> y 4 piquetas de cobre con una longitud mínima de 2 metros**. A estas tierras se conectan todos los cuadros a través de un seccionador de tierras. El valor de la puesta a tierra nunca superara lo establecido en las ITC-BT-24.

#### 6.1.15 Sistema de control, automatización y comunicaciones.

A continuación, se lleva a cabo la descripción del sistema de control y automatización seleccionado y adecuado para la tipología de instalación existente y un correcto control de los bombeos y energía producida con el objetivo de maximizar los ahorros.

##### 6.1.15.1 Introducción.

La instalación fotovoltaica para autoconsumo (IFVA) que se pretende realizar, debe estar integrada en la infraestructura eléctrica donde existen instalaciones de bombeo de agua y rebombeos para mantenimiento de presión constante en tuberías de riego.

Entre los principales objetivos, están:

- Debe ser un sistema eficiente, que sea capaz tanto de aprovechar el máximo de energía solar disponible en cada instante.

- Debe evitar, en la medida de lo posible, paradas de bombas por el paso de nubes, teniendo en cuenta la potencia contratada y de entrada de la red eléctrica de distribución, integrada cada cuarto de hora (maxímetro).
- Debe ser un sistema integrado en el automatismo de los sistemas de bombeo, incluso con visualización en local y en plataforma Web.
- Cualquier bomba puede funcionar sincronizada o no con la instalación fotovoltaica.
- Debe ser un sistema automático, en el que el usuario simplemente configurará las consignas de funcionamiento y no intervendrá en la decisión de arrancar o parar equipos de bombeo en función de si hay energía fotovoltaica disponible o no.
- Dispondrá de un sistema de informes económicos, energéticos e hidráulicos que permitan ajustes futuros de funcionamiento, en los cuales se pueda comprobar mediante puntos de inspección, la eficiencia y eficacia del funcionamiento del sistema.

Para la realización del presente proyecto, hay que tener en cuenta:

1. La norma UNE 217001-IN y RD 244/2019, la cual define los requisitos y ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución.
2. Los equipos de bombeo necesitan una potencia mínima de funcionamiento para arrancar si funcionan con variador, o la potencia nominal si no lo tienen.
3. En todos los períodos tarifarios (P1 a P6), se deberá tener en cuenta de forma automática y leída en tiempo real en el contador, la potencia contratada y la configuración de los equipos de control en los automatismos para arrancar y regular o no los equipos de bombeo para no exceder de la potencia contratada (o autorizada) cuando no exista radiación suficiente en la ISFV.
4. Todos los equipos de bombeo existentes que toman el consumo eléctrico del punto de medida de la compañía eléctrica, de cualquier estación de bombeo, deben ser gestionados por el sistema de control, e integrados y gestionados con la ISFV.

Dadas estas particularidades, el sistema a diseñar deberá contemplar:

- Sistema anti vertido que cumpla la norma UNE 217001-IN y RD 244/2019.
- Sistema de gestión de bombeos, el cual sea capaz de adoptar escenarios de trabajo para las distintas instalaciones de bombeo en función de su configuración, información del sistema de gestión energética, periodos tarifarios y parámetros horarios y prioritarios programados por el operador de las instalaciones. Debe de aprovechar al máximo la energía disponible en cada momento en la IFVA.
- Sistema de gestión energética, el cual sea capaz de gestionar la energía solar disponible en el campo FV, energía consumida en la instalación, energía consumida por cada equipo de bombeo, energía generada por la IFVA y energía importada de la red eléctrica de distribución.

#### **6.1.15.2 Sistema antivertido.**

Se requiere de un regulador de potencia con certificado para el autoconsumo que cumpla los criterios de la UNE 217001-IN y RD 244/2019.

El sistema antivertido incluirá un dispositivo de gestión de comunicaciones y regulación de potencia de los inversores. Controlará la potencia de generación y permitirá regular el nivel de generación de los inversores de la instalación fotovoltaica en función del consumo instantáneo. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

### **6.1.15.3 Sistema de gestión energética y de bombeos.**

Las instalaciones de bombeo a controlar por el sistema se pueden dividir en 3 grupos:

#### **A. Instalaciones de bombeo para riego a presión constante con un único equipo de bombeo.**

Cada equipo de bombeo dispondrá de 6 horarios individuales, dentro de cada uno, el usuario configurará una presión de riego de consigna y otra presión más baja de presión de riego de “emergencia” para situaciones de paso de nubes.

En cada uno de los horarios, el operador seleccionará si desea arrancar los equipos de bombeo enclavando el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y a la planta fotovoltaica o no. Así podrá configurar horarios nocturnos sin enclavarlos a la instalación fotovoltaica y horarios diurnos, enclavando el funcionamiento de los equipos de bombeo a la radiación solar y planta fotovoltaica. Si no se enclava el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y la planta fotovoltaica, la bomba arrancará inmediatamente en cuanto se active el horario y regulará el variador hasta alcanzar la presión de consigna. Si el funcionamiento se enclava a la disponibilidad de radiación solar y planta fotovoltaica, la bomba pasará a “En espera de ISFV” en cuanto se active el horario. Cuando el sistema calcule (a través de los sensores de radiación y temperatura del módulo) que hay suficiente radiación solar para el arranque de la bomba, pondrá en funcionamiento el equipo de bombeo, intentando regular la presión a la de consigna. En caso de que la planta fotovoltaica no sea capaz de aportar la energía necesaria para el equipo de bombeo, la presión de consigna que intentará alcanzar será la presión configurada de “emergencia”, siendo ligeramente inferior a la normal, con el objetivo de disminuir el consumo eléctrico de la bomba. El sistema tendrá configurada la energía máxima cuartohoraria de entrada de la red para situaciones de paso de nubes para cada periodo tarifario individualmente. Cuando se de la situación de que aumente el consumo energético de la red de distribución, el sistema predecirá la energía cuartohoraria y llegado un umbral configurable (normalmente el 90% de la energía autorizada o contratada), si persiste la situación del paso de nube, la bomba se detendrá, pasando a estado “En espera de ISFV”.

Cuando en la instalación exista más de un equipo de bombeo, que no forme un grupo de presión, sino que pertenezca a distintos cabezales de bombeo, el operador asignará prioridades de arranque y parada a cada bomba, siendo el funcionamiento de regulación del mismo modo que el definido. De esta manera, las bombas se irán arrancando y parando en función de la disponibilidad de la radiación solar y la planta fotovoltaica, de manera escalonada.

#### **B. Instalaciones de bombeo para riego a presión constante con más de un equipo a modo grupo de presión.**

El funcionamiento y manejo será de la misma manera que para cada bomba individual explicado en el apartado A., sin embargo, aquí se tendrá en cuenta el conjunto de bombas que forman parte del grupo de presión, es decir, cuando se active el horario del grupo de presión, si no tiene configurado el enclavamiento

a la planta fotovoltaica, se arrancarán las bombas necesarias para alcanzar la presión de consigna. Si el horario tiene configurado el enclavamiento con la planta fotovoltaica, cuando la disponibilidad de radiación solar y planta fotovoltaica sea superior a la suma de las potencias de cada bomba que tiene permiso, arrancará el grupo de presión de manera normal para alcanzar la presión de consigna. El paso de nubes se tratará de igual forma que el descrito en el apartado A.

**C. Instalación de bombeo para llenado de un embalse, bien sea de pozo o rebombeo desde otro embalse.**

En este apartado se distingue el funcionamiento del equipo de bombeo si funciona con variador de frecuencia o no.

**C1. Si no incorpora variador de frecuencia.**

En cada uno de los horarios del equipo de bombeo, el operador seleccionará si desea arrancar enclavando el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y a la planta fotovoltaica o no. Así podrá configurar horarios nocturnos sin enclavarlos a la instalación fotovoltaica y horarios diurnos, enclavando el funcionamiento de los equipos de bombeo a la radiación solar y planta fotovoltaica. Si no se enclava el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y la planta fotovoltaica, la bomba arrancará inmediatamente en cuanto se active el horario para llenar el embalse. Si el funcionamiento se enclava a la disponibilidad de radiación solar y planta fotovoltaica, la bomba pasará a “En espera de ISFV” en cuanto se active el horario. Cuando el sistema calcule (a través de los sensores de radiación y temperatura del módulo) que hay suficiente radiación solar para el arranque de la bomba, pondrá en funcionamiento el equipo de bombeo, hasta llenar el embalse. El sistema tendrá configurada la energía máxima cuartohoraria de entrada de la red para situaciones de paso de nubes para cada periodo tarifario individualmente. Cuando se dé la situación de que aumente el consumo energético de la red de distribución, por pasos de nubes u otra situación similar, el sistema predecirá la energía cuartohoraria y llegado un umbral configurable (normalmente el 90% de la energía autorizada o contratada), si persiste la situación del paso de nube, la bomba se detendrá, pasando a estado “En espera de ISFV”.

Cuando en la instalación exista más de un equipo de bombeo, que no forme un grupo de presión, sino que sean independientes, el operador asignará prioridades de arranque y parada a cada bomba, siendo el funcionamiento del mismo modo que el definido. De esta manera, las bombas se irán arrancando y parando en función de la disponibilidad de la radiación solar y la planta fotovoltaica, de manera escalonada.

**C2. Sí incorpora variador de frecuencia.**

De igual manera el operador selecciona si desea arrancar enclavando el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y planta fotovoltaica. A su vez, se configurará una consigna de consumo de la red de suministro eléctrico, pudiendo éste aproximarse a 0 kW. Cuando se active un horario para el funcionamiento del equipo de bombeo con enclavamiento a la planta fotovoltaica, una vez la radiación solar supere en cálculos la potencia de arranque de la bomba con variador (ésta potencia será la correspondiente a la extracción de 1/3 del caudal nominal del equipo de bombeo), arrancará y el variador buscará siempre el consumo de red eléctrica mínimo configurado para sacar el máximo aprovechamiento a la instalación solar fotovoltaica, si no hay nubes la planta generará más energía y subirá la velocidad de la bomba con el variador de frecuencia y si hay nubes, subirá el consumo de la red eléctrica y el variador

bajará la velocidad de la bomba para bajar el consumo. El paso de nubes lo hará de la misma manera que lo explicado en los puntos anteriores. El usuario establecerá una secuencia de prioridades de arranque y paro de cada bomba.

#### 6.1.15.3.1 Seguridades hidráulicas y eléctricas.

En cualquier caso, el sistema de control de bombeos y de la planta fotovoltaica deberá tener en cuenta las distintas alarmas y situaciones de la instalación:

- Mínima presión en tuberías para funcionamiento de equipo de bombeo.
- Máxima presión de seguridad.
- Exceso de número de arranques/hora del equipo de bombeo.
- Parada de bomba por exceso de potencia contratada.
- Caudal bajo de funcionamiento.
- Temperatura alta de motor (si dispone de sensor).
- Tensión alta de red AC en inversor fotovoltaico.
- Tensión alta por entrada de String.
- Fallo resistencia de aislamiento en String.
- Tensión baja de red AC en inversor fotovoltaico.
- Planta fotovoltaica sin tensión AC.
- Fallo sensor presión/nivel/caudal/radiación solar/temperatura....

#### 6.1.15.3.2 Control de condensadores.

Con el objetivo de conseguir una instalación solar fotovoltaica lo más eficiente posible, se configurará para generar energía activa pura, es decir, con el  $\cos \varphi = 1$ . Como consecuencia, cuando un equipo de bombeo que no disponga de variador para su funcionamiento esté en marcha, hará bajar el  $\cos \varphi$  en el punto de suministro de la red eléctrica. Para no incurrir en penalizaciones por consumo de energía reactiva, el sistema será capaz de gestionar las baterías de condensadores existentes en la instalación. Cada equipo de bombeo tendrá asignado uno o varios condensadores que se conectarán cuando entre en funcionamiento la bomba. Además, si el  $\cos \varphi$  en el contador de la compañía eléctrica no es el deseado, el sistema conectará o desconectará tantos condensadores como sean necesarios para alcanzar la consigna, fijada para cada periodo. En el periodo P6, el objetivo será cumplir la norma publicada en el BOE, la Circular 7/2020, por el que se penaliza la energía reactiva capacitiva, para ello, la consigna será siempre cargas inductivas, y capacitivas por encima de  $\cos \varphi > 0,98$ .

#### 6.1.15.3.3 Señales a controlar.

Para un correcto funcionamiento del sistema, el sistema de control debe contemplar los siguientes dispositivos y señales que componen el conjunto de la instalación:

DISPOSITIVOS A INSTALAR	SEÑAL A CONTROLAR	RANGO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
Inversores fotovoltaicos	Potencia generada de cada inversor y total de la planta	0 a P. máx.	kW
	Energía generada por cada inversor y total de la planta	NP	kWh

DISPOSITIVOS A INSTALAR	SEÑAL A CONTROLAR	RANGO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
	Tensión continua de cada string	0 a V. máx.	Vcc
	Tensión alterna de cada inversor	0 a V. máx.	Vac
	Corriente de cada string	0 a I. máx.	A
	Potencia de cada string	0 a P. máx.	kW
	Energía de cada string	NP	kWh
Estación meteorológica	Irradiación solar. Deberá disponer de compensación de temperatura activa para minimizar las influencias de la temperatura en la señal de medición del sensor de irradiancia.	0 a 1.500	W/m <sup>2</sup>
	Velocidad del aire	0,9 a 40 (ráfagas de hasta 60 m/s)	m/s
	Temperatura ambiente. La sonda de temperatura ambiente debe incorporar pantalla meteorológica antirradiación ventilada de forma natural.	-40 a +90	°C
	Temperatura del módulo fotovoltaico. Se dará por válida la temperatura medida por el sensor incorporado en la célula del sensor de irradiancia.	-40 a +90	°C
Analizador de redes del kit antivertido	Potencia activa	0 a P. máx	kW
	Potencia reactiva	0 a Q. máx.	kVAr
	Potencia aparente	0 a S. máx.	kVA
	Energía activa	NP	kWh
	Energía reactiva	NP	kVArh
	Tensión de cada fase y compuesta	0 a V. máx.	V
	Desequilibrio de tensiones de fase	0 a % máx.	%
	Desequilibrio de corrientes de fase	0 a % máx.	%
	cos $\varphi$	-1 a 1	NP
	THD en tensión por fase	0 a % máx.	%
	THD en intensidad por fase	0 a % máx.	%
Contador de la compañía eléctrica (*Existente en instalación)	Periodo tarifario instantáneo	P1 a P6	NP
	Potencia activa	NP	kW
	Potencia reactiva	NP	kVAr
	Energía activa	NP	kWh
	Energía reactiva	NP	kVArh
	Tensión de suministro de la red	NP	V
	Fecha y hora para sincronización de equipos de control	NP	dd/mm/aaaa hh:mm:ss
	Cuadrante instantáneo	Q1 a Q4	NP
Variadores de frecuencia (*Existentes en instalación)	Potencia de entrada al variador	0 a P. máx.	kW
	Energía acumulada	NP	kWh
	Tensión del bus CC	0 a Vcc máx.	Vcc
	Corriente media de salida a motor	0 a I. máx	A
	Frecuencia de salida a motor	0 a Frec. Máx.	Hz
	Temperatura de la tarjeta de potencia	0 a temp. Máx.	°C

DISPOSITIVOS A INSTALAR	SEÑAL A CONTROLAR	RANGO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
	Temperatura de la tarjeta de control	0 a temp. Máx.	°C
	Estado del variador	NP	NP
	Tipo de alarma activa	NP	NP
	Control de marcha, paro, reset y velocidad	NP	NP
Arrancador estático (*Existentes en instalación)	Potencia de entrada	0 a P. máx.	kW
	Energía acumulada	NP	kWh
	Corriente de fase	0 a I. máx.	A
	Corriente media	0 a I. máx.	A
	Tensión compuesta	0 a V. máx.	V
	Tensión media	0 a V. máx.	V
	$\cos \varphi$	-1 a 1	NP
	Estado del arrancador	NP	NP
	Tipo de alarma activa	NP	NP
	Control marcha, paro y reset.	NP	NP
Analizador de redes de los equipos de bombeo (*Existentes en instalación)	Potencia activa	0 a P. máx	kW
	Potencia reactiva	0 a Q. máx.	kVAr
	Potencia aparente	0 a S. máx.	kVA
	Energía activa	NP	kWh
	Energía reactiva	NP	kVArh
	Tensión de cada fase y compuesta	0 a V. máx.	V
	Desequilibrio de tensiones de fase	0 a % máx.	%
	Desequilibrio de corrientes de fase	0 a % máx.	%
	$\cos \varphi$	-1 a 1	NP
	THD en tensión por fase	0 a % máx.	%
	THD en intensidad por fase	0 a % máx.	%
Caudalímetros (*Existentes en instalación)	Caudal instantáneo	0 a Q. máx.	l/s
	Volumen de agua acumulado	NP	m <sup>3</sup>
	Alarma	NP	NP
Sensor de nivel (*Existentes en instalación)	Nivel de agua en embalse instantáneo	0 a N. máx.	m
	Alarma	NP	NP
Sensor de presión (*Existentes en instalación)	Presión instantánea	0 a P. máx	kg/cm <sup>2</sup>
	Alarma	NP	NP
Equipo de bombeo (*Existentes en instalación)	Estado de permiso, marcha, parada y avería	NP	NP
	Control de marcha, paro y reset	NP	NP
Condensadores de la instalación, de bombas y transformador (*Existentes en instalación)	Control de conexión y desconexión	NP	NP
Sensor PT-100 del transformador (*Existente en instalación)	Temperatura del transformador	0 a T. máx.	°C

DISPOSITIVOS A INSTALAR	SEÑAL A CONTROLAR	RANGO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
Sensor PT-100 del motor transformador (*Existente en instalación)	Temperatura del motor sumergible	0 a T. máx.	°C
Sensor de nivel de agua en pozo	Nivel de agua en pozo	0 a 100 mca	Mca

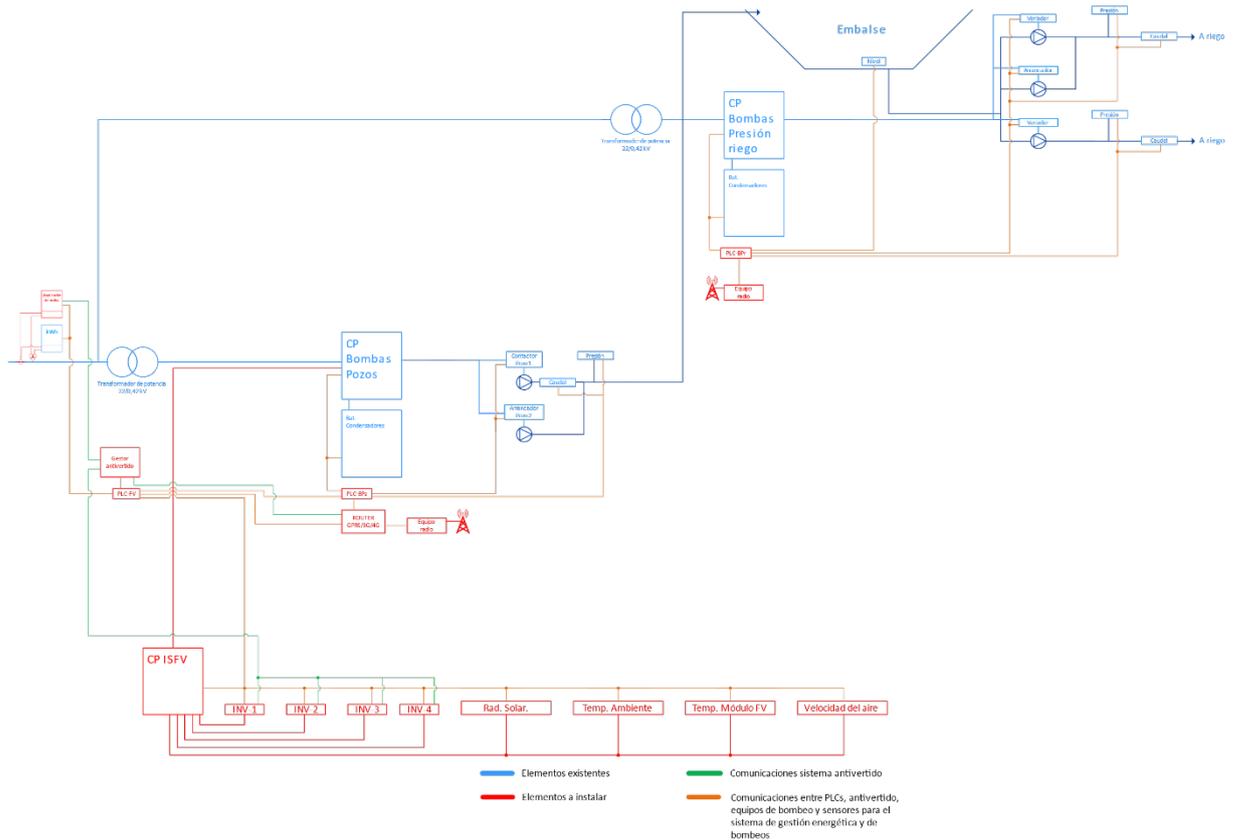
#### 6.1.15.3.4 Controladores necesarios.

Para gestionar todos los dispositivos descritos, se instalarán dos controladores:

- **PLC-FV.** Hará la gestión energética de la instalación, leyendo los valores de generación energética de la instalación fotovoltaica, de la entrada de energía de la red eléctrica de distribución y del consumo de la instalación.
- **PLC-BPz.** Será el encargado de manejar los equipos de bombeo de pozo, actuando sobre los variadores de frecuencia si se dispone de ellos para:
  - o Equipos de bombeo para llenado de embalses (pozos o rebombeo entre embalses). En función de la configuración, los equipos de bombeo funcionarán al 100 % de su velocidad si dispone de variador o adaptando el consumo de llenado de la balsa a las consignas fijadas por el usuario en cada periodo tarifario.
- **PLC-BPr.** Será el encargado de manejar los equipos de bombeo de presión a riego, actuando sobre los variadores de frecuencia si se dispone de ellos para:
  - o Grupo de presión de riego. Mantendrá la consigna de presión indicada por el usuario, regulando la velocidad del variador (o variadores si hay más de uno), arrancando y parando las bombas auxiliares en caso de necesidad.  
En función de la configuración, los equipos de bombeo funcionarán al 100 % de su velocidad si dispone de variador o adaptando el consumo de la red a las consignas fijadas por el usuario en cada periodo tarifario.

#### 6.1.15.3.5 Esquema de los sistemas a integrar.

A continuación, se indica el esquema de los distintos sistemas a instalar e integrar, distinguiendo los elementos existentes en la instalación y los que hay que instalar relativos al sistema de control, automatización y comunicaciones:



### 6.1.15.3.6 Cableados entre dispositivos y señales.

Todas las conexiones de control se realizarán con cableado apantallado y tendido bajo tubo. Las características de los cables de comunicación serán:

- Bus RS485. Cable de datos apantallado de baja capacitancia, con cubierta reforzada y aislamiento en PE, especial para exterior formado por par trenzado de 1x2x0,5 mm<sup>2</sup>.
- Red TCP/IP. Cable de comunicación LAN, de par trenzado estructurado, CAT 6 tipo F/UTP. Cubierta reforzada y aislamiento de PE especial para exterior.
- Señales de control y 4-20 mA. Mangueras con pantalla de trenza de hilos de cobre. Cubierta y aislamiento en PE, especial para exterior.

### 6.1.15.3.7 Comunicaciones entre embalse y pozos.

Deberá existir una comunicación el PLC-BPz con el PLC-FV mediante conexión por cable, y una comunicación entre el PLC-BPz y el PLC-BPr, siendo ésta última inalámbrica, debido a la distancia entre el embalse y los pozos donde se ubica la instalación solar fotovoltaica.

### 6.1.15.3.8 Supervisión y telegestión del sistema de bombeo y gestión energética.

Los equipos se podrán programar y configurar tanto en la propia instalación sobre un panel táctil como en remoto mediante una plataforma Web.

En el panel táctil que existirá en la propia instalación, se podrán realizar los programas horarios, hacer configuraciones, etc.... También se mostrará una tabla con el histórico de alarmas disparadas en la

instalación, así como las alarmas activas, indicando la fecha y hora de activación, desactivación y la de reconocimiento por el usuario.

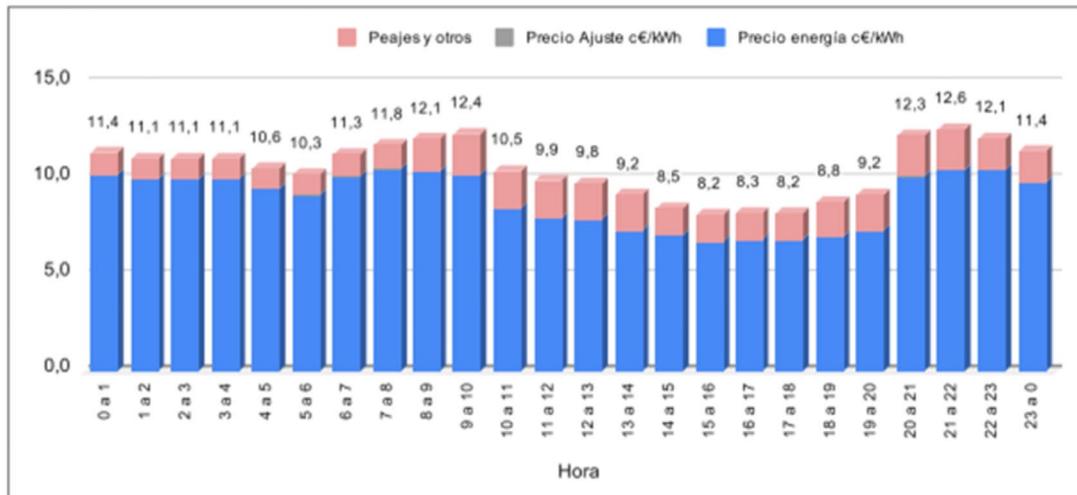
La plataforma para la monitorización del uso de la energía, funcionamiento hidráulico, programación de horarios, configuraciones, gestión de alarmas, etc., incorporará las siguientes partes o módulos:

- Visualización del estado general de toda la instalación, indicando:
  - Valor instantáneo de cada sensor presente en la instalación.
  - Estado de marcha, paro o avería de cada equipo de bombeo.
  - Valor de la energía entrante de la red eléctrica de distribución, producción de la instalación solar fotovoltaica, consumo eléctrico de la instalación, periodo tarifario activo, potencia contratada, etc.
- Programación de horarios de cada bomba y grupo de presión, los cuales podrán ser modificados por el perfil de usuario “programador”.
- Configuración del funcionamiento del sistema, así como las protecciones necesarias y escenarios de funcionamiento. Estos parámetros podrán ser modificados por el perfil de usuario “técnico”.
- Panel de Alarmas. Se mostrará un panel con el histórico de alarmas disparadas en la instalación, así como las alarmas activas, indicando la fecha y hora de activación, desactivación y la de reconocimiento por el usuario. Podrán ser reseteadas por usuarios con perfil “técnico”.
- Gráficas. Se mostrarán datos históricos de dos tipos:
  - Histórico de valores instantáneos. Se muestra el valor instantáneo de los sensores de presión, caudal, potencia, temperatura, radiación solar, tensión, corriente, etc.
  - Histórico de valores acumulados. Se muestra los valores acumulados de los equipos y sensores, tales como volumen de agua, energía consumida total y por periodo tarifario, cuantahoras de funcionamiento de los equipos de bombeo, número de arranques de cada equipo de bombeo, etc.  
Se podrá modificar el rango de fechas para su visualización.
- Informes. Cada usuario visualizará los siguientes informes tipo:
  - **Precio horario de la energía para el día actual**, indicando el periodo tarifario y la potencia contratada en cada hora. Será similar a la siguiente ilustración:



- **Previsión del precio horario de la energía** para el día siguiente, indicando el periodo tarifario y la potencia contratada en cada hora. Será similar a la siguiente ilustración:

### Mercado diario para el día:



Periodo Tarifario Activo	Potencia Contratada kW	Tramo horario	Total c€/kWh	Precio energía c€/kWh	Precio Ajuste c€/kWh	Predicción meteorológica			
6	451	0 a 1	11,4	10,2	0,0	☁	21 °C	6 km/h	0 mm
6	451	1 a 2	11,1	10,0	0,0	☁	21 °C	3 km/h	0 mm
6	451	2 a 3	11,1	10,0	0,0	☁	20 °C	2 km/h	0 mm
6	451	3 a 4	11,1	10,0	0,0	☁	20 °C	3 km/h	0 mm
6	451	4 a 5	10,6	9,5	0,0	☁	19 °C	6 km/h	0 mm
6	451	5 a 6	10,3	9,2	0,0	☁	19 °C	8 km/h	0 mm
6	451	6 a 7	11,3	10,2	0,0	☁	18 °C	9 km/h	0 mm
6	451	7 a 8	11,8	10,6	0,0	☁	18 °C	9 km/h	0 mm
4	350	8 a 9	12,1	10,4	0,0	☁	19 °C	10 km/h	0 mm
3	350	9 a 10	12,4	10,3	0,0	☁	20 °C	10 km/h	0 mm
3	350	10 a 11	10,5	8,5	0,0	☁	22 °C	10 km/h	0 mm
3	350	11 a 12	9,9	8,0	0,0	☁	25 °C	9 km/h	0 mm
3	350	12 a 13	9,8	7,9	0,0	☁	26 °C	9 km/h	0 mm
3	350	13 a 14	9,2	7,3	0,0	☁	27 °C	8 km/h	0 mm
4	350	14 a 15	8,5	7,1	0,0	☁	28 °C	7 km/h	0 mm
4	350	15 a 16	8,2	6,8	0,0	☁	27 °C	11 km/h	0.3 mm
4	350	16 a 17	8,3	6,9	0,0	☁	25 °C	17 km/h	0.3 mm
4	350	17 a 18	8,2	6,9	0,0	☁	23 °C	21 km/h	0.3 mm
3	350	18 a 19	8,8	7,0	0,0	☁	23 °C	19 km/h	0.2 mm
3	350	19 a 20	9,2	7,4	0,0	☁	24 °C	15 km/h	0.2 mm
3	350	20 a 21	12,3	10,2	0,0	☁	24 °C	12 km/h	0.2 mm
3	350	21 a 22	12,6	10,5	0,0	☁	22 °C	12 km/h	0 mm
4	350	22 a 23	12,1	10,5	0,0	☁	21 °C	12 km/h	0 mm
4	350	23 a 0	11,4	9,8	0,0	☁	20 °C	11 km/h	0 mm

- **Funcionamiento de las instalaciones de bombeo.** Se mostrará la información relacionada con cada equipo de bombeo. En función de los sensores de los que disponga el equipo de bombeo, se mostrará la siguiente información para cada bomba, para un rango de fechas predeterminados, pudiendo ser modificadas por el usuario:
  - Número y nombre del equipo de bombeo.
  - Horas de funcionamiento (h).

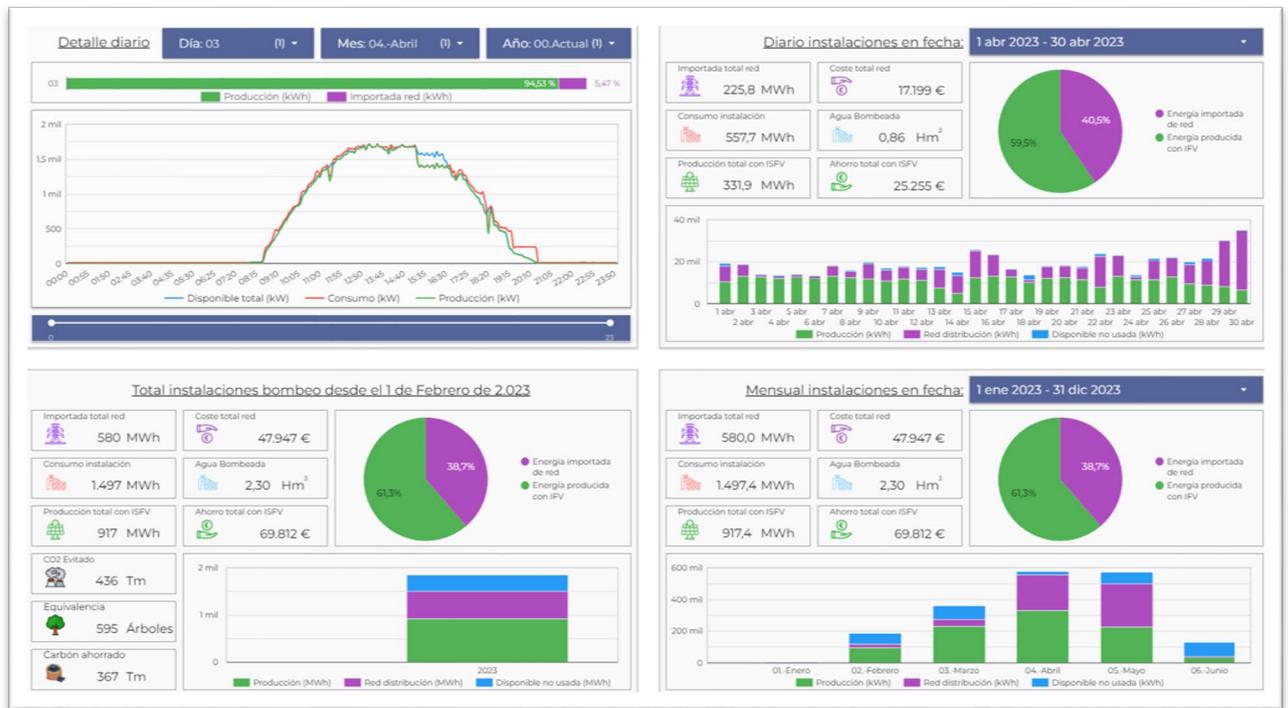
- Energía consumida (kWh).
- Potencia media (kW).
- Volumen total bombeado (m³).
- Caudal medio (l/s).
- Tensión máxima (V).
- Tensión mínima (V).
- Reserva de agua en pozo (m).
- Temperatura media del motor (°C).
- Eficiencia media (%).
- Coste medio (c€/m³)
- Coste total (€).
- Pérdidas por ineficiencia (€)

Además, aparecerá un resumen con la información de los mismos indicadores para el año actual y el año anterior. A continuación, se muestra un ejemplo:

Datos del año: 2,022														
Instalación	Bomba	T. Func. (h)	Energía Total (KWh)	Pot. med. (kW)	Volum. (m3)	Caudal med. (l/s)	Tensión máx. (V)	Tensión mín. (V)	Reserva Nivel Pozo (m)	Temp. Med. (°C)	Efic. Med. (%)	Coste med. (c€/m3)	Coste Total	Pérdida por Inefic. objetivo 65%
Eq. Medida	Pozo 1	1,495	571,378	393	568,230	128	1,135	1,014	19.4	39.9	64%	5.2	35,405 €	-545 €
Eq. Medida	Pozo 2	1,547	607,977	404	686,620	130	1,114	984	9.2	43.7	65%	5.3	38,191 €	0 €
Eq. Medida	Pozo 3	1,184	222,276	191	260,096	63	1,125	363	22.1	33.3	-	5.1	13,804 €	-
Emb. Viejo	Pozo 1. 400V	1,887	447,029	241	629,619	94	470	424	12.8	50.9	68%	5.4	34,362 €	0 €
Emb. Viejo	Pozo 2. 500 V	2,343	515,208	319	959,833	116	558	498	38.8	58.4	65%	5.6	55,075 €	0 €

- **KPI Agua, Energía y Costes.** Se mostrará un informe gráfico con los siguientes indicadores:
  - Energía diaria con detalle cincominutal. Deberá mostrar la energía solar disponible, producción fotovoltaica y consumo de la instalación, por defecto del día actual, se podrá modificar el día, mes y año.
  - Energía mensual con detalle diario. Deberá mostrar la energía de entrada de la red eléctrica, producción fotovoltaica, energía consumida por la instalación, coste económico del suministro de la red eléctrica y ahorro con la instalación solar fotovoltaica y volumen de agua bombeada. Por defecto mostrará el mes actual con el detalle diario, pudiendo modificar la fecha.
  - Energía anual con detalle mensual. Deberá mostrar la energía de entrada de la red eléctrica, producción fotovoltaica, energía consumida por la instalación, coste económico del suministro de la red eléctrica y ahorro con la instalación solar fotovoltaica y volumen de agua bombeada. Por defecto mostrará el mes actual con el detalle mensual, pudiendo modificar la fecha.

Energía total desde la puesta en funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica, con detalle anual. Deberá mostrar la energía de entrada de la red eléctrica, producción fotovoltaica, energía consumida por la instalación, coste económico del suministro de la red eléctrica y ahorro con la instalación solar fotovoltaica y volumen de agua bombeada. El total será desde la fecha de puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica, con detalle anual. A continuación, se muestra un ejemplo:



- **Funcionamiento de los inversores fotovoltaicos.** Mostrará datos relevantes del funcionamiento de cada inversor fotovoltaico en una determinada fecha que podrá ser modificada:
  - Nombre de la instalación.
  - Número de inversor fotovoltaico.
  - Potencia máxima generada (kW).
  - Eficiencia máxima (%).
  - Temperatura interna máxima (°C).
  - Energía generada (kWh)

A continuación, se muestra un informe tipo:

Nombre Instalación	Equipo	P. máxima (kW)	Eff. Máx. (%)	Temp. Interna máx. (°C)	Energía Generada (kWh)
IFVA 01	Inversor01	110	98,3	42,6	371
IFVA 01	Inversor02	110	98,5	45,5	377
IFVA 01	Inversor03	110	98,5	47,9	394
IFVA 01	Inversor04	110	98,5	49,2	398
IFVA 01	Inversor05	104	98,5	42,3	375
IFVA 01	Inversor06	110	98,4	47,9	409
IFVA 01	Inversor07	110	98,4	41,7	395
IFVA 01	Inversor08	110	98,3	49	391
IFVA 01	Inversor09	107	98,4	50,1	376
IFVA 01	Inversor10	99	98,5	43,6	358
IFVA 01	Inversor11	110	98,4	44,4	379
IFVA 01	Inversor12	98	98,5	40,9	372
IFVA 01	Inversor13	110	98,5	42,2	405
IFVA 01	Inversor14	106	98,4	42,6	388
IFVA 01	Inversor15	108	98,6	42,8	388
IFVA 01	Inversor16	110	98,4	42,5	384
<b>Total</b>		<b>110</b>	<b>98,6</b>	<b>50,1</b>	<b>6.159</b>

- **Costes energéticos facturación.** Debe mostrar los siguientes indicadores obtenidos del contador de la compañía de suministro eléctrico y la configuración de costes energéticos en la plataforma web, por defecto el mes actual, pudiendo modificar la fecha:
  - Para cada periodo tarifario:
    - Potencia contratada (kW).
    - Máximo registrado (kW).
    - Coste del término de potencia (€).
    - Costes por excesos de potencia (€).
    - Energía Importada (kWh).
    - Coste del término de energía (€/kWh).
    - Coste energía (€).
    - Coste de energía reactiva inductiva (€) (de Periodo tarifario 1 al 5).
    - Coste teórico energía reactiva capacitiva (€) (de Periodo tarifario 6).
  - Coste Total sin impuestos.
  - Coste Total con impuestos.

Los importes económicos que se muestran se deben corresponder con los del contrato de suministro de la red eléctrica, tanto si son precios fijos como del mercado horario, el sistema debe permitir introducir los datos del contrato con la comercializadora eléctrica. El informe será similar a la siguiente ilustración:

Consumos energéticos. Facturación.								Fecha del informe:	
Instalación: Pozos								Fecha datos facturación: AÑO: [ ] (1) ▾ MES: [ ] (1) ▾	
P.	Costes por término de potencia			Costes por término de energía			Reactiva	Reactiva	
	Contratada (kW)	Maximetro (kW)	Coste término de potencia	Coste excesos de potencia	Energía Consumida (kWh)	Coste término de energía (€/kWh)	Coste energía	Coste energía reactiva Inductiva	Coste energía reactiva Capacitiva
P1	250	0	204,48 €	0 €	0	0	0 €	0,00 €	
P2	250	0	176,67 €	0 €	0	0	0 €	0,00 €	
P3	250	184	91,96 €	91,05 €	1.262	0,089391	112,81	0,00 €	
P4	250	184	76,23 €	0 €	1.034	0,081464	84,23 €	0,00 €	
P5	250	0	16,99 €	0 €	0	0	0 €	0,00 €	
P6	1.300	688	53,2 €	99,53 €	2.968	0,068576	203,53 €		203 €
Subtotales:			619,53 €	190,58 €	5.264		400,58 €	0,00 €	203 €
							Coste Total Sin Impuestos:	1.210,68 €	
							Impuesto sobre electricidad (0,5%):	6,05 €	
							Importe total de factura con IVA (21%):	1.472,25 €	
							Coste medio del kWh (impuestos no incluidos):	0,230 €/kWh	

Los informes se deben enviar por correo electrónico a los usuarios autorizados con la siguiente periodicidad:

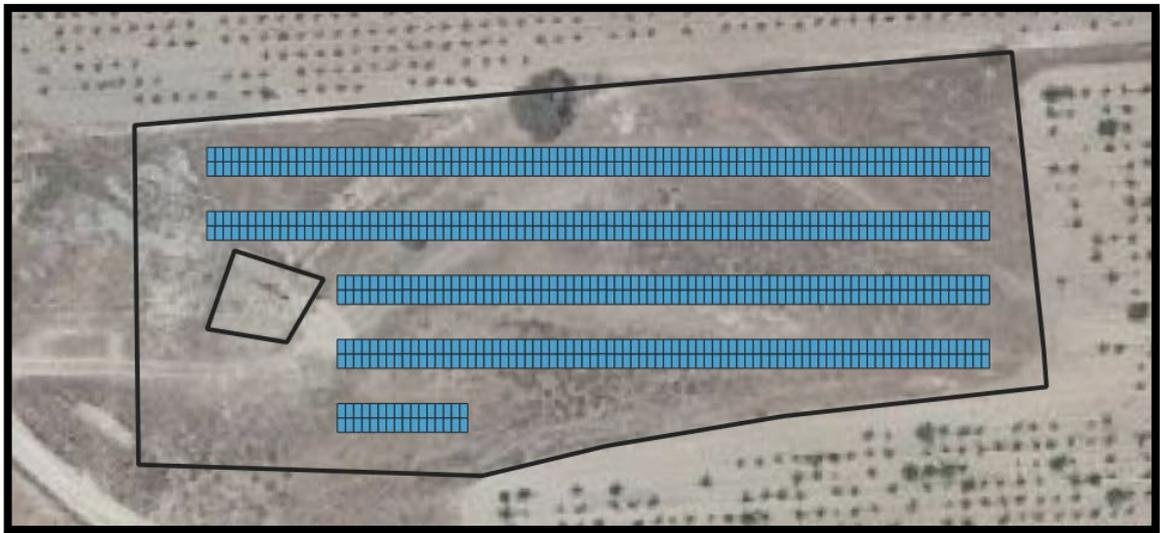
Informe tipo	Periodicidad para el envío por correo electrónico
Previsión del precio horario de la energía	Todos los días, en cuanto se publican los costes.
Funcionamiento de las instalaciones de bombeo	Día 1 de cada mes.
KPI Agua, Energía y Costes	Día 1 de cada mes.
Costes energéticos facturación	Día 1 de cada mes.

La plataforma Web estará basada en la nube, bajo una suscripción anual, ofreciendo:

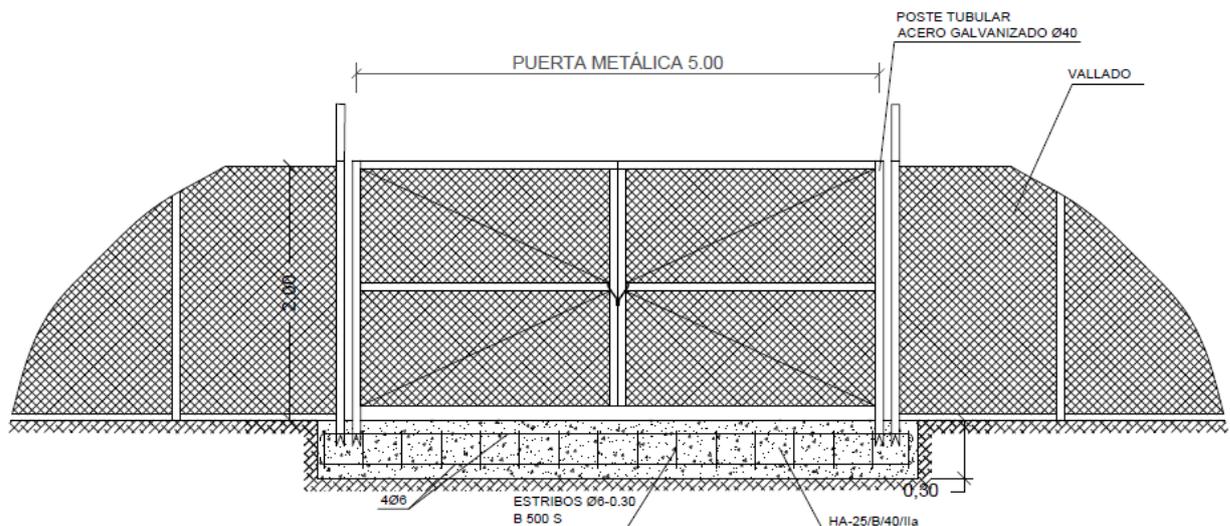
- Soporte técnico avanzado 24h/365d.
- Informes avanzados con análisis de información de los equipos para toma de decisiones.
- Servidor en la nube.
- Actualizaciones del servidor.
- Mejoras y actualizaciones de la plataforma Intages.
- Mantenimiento del servidor.
- Copias de seguridad de los datos enviados por cada equipo instalado.
- Tarjetas SIM para conexión de los equipos de control a internet.

### 6.1.16 Urbanización de la parcela.

La parcela donde se sitúa la instalación FV se cerca mediante un vallado a base malla metálica sobre postes de tubo de acero galvanizado cada 2,5 m y de 2,0 m de altura.



Para el acceso principal, situado en la zona sur de la parcela junto a la carretera, se dispone **una puerta** de cercado de 2 hojas de 2,0 m de altura y 2,5 m de anchura cada hoja realizada en malla metálica y postes de tubo de acero galvanizado.



## 6.2 Instalación fotovoltaica Coticó.

Para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones de bombeo, se ha proyectado una instalación fotovoltaica que permita alimentar los equipos situados en el bombeo Coticó. Se trata de un sistema de autoconsumo sin excedentes para los equipos existentes.

El mismo queda situado en la parcela 70 del polígono 3 (02033A00300070) en el T.M. de Fuente-Álamo (Albacete). Sobre este emplazamiento se diseña un sistema de **captación solar de 362,88 kWp** que permite alimentar a los equipos situados en el cabezal Coticó. Las características técnicas de los mismos son las siguientes:

<b>Modelo de la bomba</b>	<b>INDAR UGP 1220-2</b>
<b>Nº de bombas</b>	<b>2</b>
<b>Caudal unitario (P.F.)</b>	133 L/s
<b>Altura manométrica (P.F.)</b>	73 m.c.a.
<b>Rendimiento de la bomba</b>	83 %
<b>Potencia de la bomba</b>	163 CV / 122 kW
<b>Potencia del motor</b>	205 CV / 153,0 kW

El emplazamiento del parque solar es el que se muestra a continuación:



#### **Emplazamiento instalación FV.**

Dicho campo fotovoltaico consta de **672 módulos** repartidos en strings de **16 módulos en serie** interconectados con una potencia por **módulo de 540 Wp** y de 8,64 kWp por string. Estos strings se agrupan en **3 inversores de red de 100 kWn**, que disponen de las adecuadas protecciones de corriente continua y elementos necesarios para la monitorización del generador fotovoltaico. La instalación fotovoltaica queda ubicada sobre la parcela 70 del polígono 3 (02033A00300070) en el término municipal de Fuente-Álamo (Albacete). Cada uno de los inversores previstos agrupa entre 10 y 12 strings. Desde cada inversor parte las líneas en CA hasta el cuadro principal CP que se sitúa en la parcela anexa (02033A00305006). **La instalación tiene una potencia pico de 362,88 kW** y alimenta a 2 consumidores que se corresponden con dos bombas de 122 kW cada una.

Los módulos fotovoltaicos irán instalados sobre una estructura metálica aporticada orientada al sur y con una inclinación de 25° en estructura fija con los módulos situados en vertical.

#### **6.2.1 Justificación del tipo de instalación según Real Decreto 244/2019.**

Según el artículo 3 de Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, se debe considerar la tipología de la presente instalación como:

“e) Instalación conectada a red: Aquella instalación de generación conectada en el interior de una red de un consumidor, que comparte infraestructuras de conexión a la red con un consumidor o que esté unida a este a través de una línea directa y que tenga o pueda tener, en algún momento, conexión eléctrica con la red de transporte o distribución. También tendrá consideración de instalación de generación conectada a la red aquella que está conectada directamente a las redes de transporte o distribución.”

Las instalaciones desconectadas de la red mediante dispositivos interruptores o equivalentes se consideran instalaciones conectadas a red a los de aplicación de este real decreto.

En el supuesto de instalaciones de generación conectadas a la red interior de un consumidor, se considera que ambas instalaciones están conectadas a la red cuando o bien la instalación receptora o bien la instalación de generación esté conectada a red.

Bajo los supuestos contemplados en dicho artículo se pone de manifiesto que la instalación de autoconsumo se considera conectada a red.

En el presente Proyecto, la instalación que se diseña se trata de un autoconsumo sin excedentes con inversores de red, por lo que, para cumplir con la Normativa vigente, se deberán disponer de un sistema antivertido certificado.

#### 6.2.2 Criterios de dimensionado.

Para la presente instalación fotovoltaica se han considerado los siguientes criterios de dimensionado:

- El perfil de consumo se deberá ajustar para que el aprovechamiento de la producción de energía solar sea máximo creando una comparativa entre la situación con y sin fotovoltaica con el fin de obtener los ahorros producidos.
- Al menos el 45 % del consumo de P. activa actual debe ser generado con energía solar fotovoltaica.
- Periodo de amortización inferior a 15 años.
- Espacio disponible perteneciente a la Comunidad de regantes para la instalación de todos los equipos eléctricos necesarios.

Con estos criterios se determinará la potencia pico y se obtendrán las producciones horarias y aprovechamientos de las mismas. Se adjunta un estudio económico donde se cuantifica tanto el periodo de retorno de diferentes potencias instaladas como los ahorros potenciales que genera cada parque fotovoltaico.

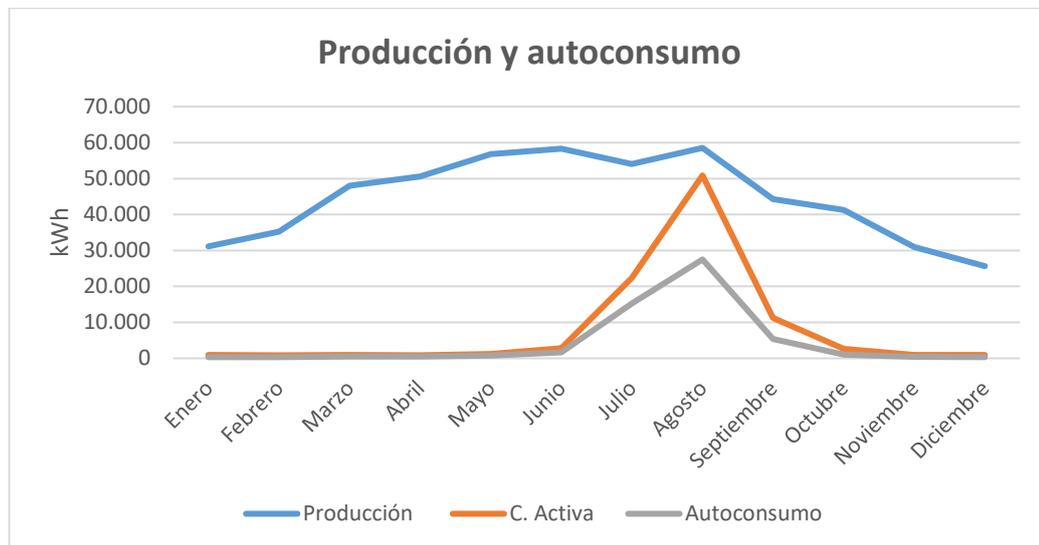
En el anejo 9 “Estudio de alternativas FV Coticó”, se estudian diferentes alternativas, en cuanto a la potencia instalada se refiere.

#### 6.2.3 Producción energética y consumos.

Para determinar el aprovechamiento de la solución adoptada, se han obtenido las producciones horarias de un año tipo. Estas producciones se han puesto en comparación con el perfil de consumo obtenido de facturas del periodo anual correspondiente a 2.021. Dados los periodos horarios que tiene la tarifa 6.1TD,

el aprovechamiento de la instalación fotovoltaica era bajo, por lo que se ha determinado un nuevo perfil de consumo para un máximo aprovechamiento de la instalación.

Es evidente que para un mayor aprovechamiento de las instalaciones solares se deben de cambiar los hábitos de consumo pasando de un mayor uso nocturno, donde la tarifa es más económica, a un aumento del uso en horas solares, aprovechando la energía generada.



El campo solar tiene la capacidad de producir anualmente un total de 534.842,94 kWh. El consumo energético de la instalación con el perfil de consumo actual es de 96.607,00 kWh anuales. El valor de autoconsumo que se obtiene es de 53.879,34 kWh. Por tanto, un 55,77 % del consumo total se podría generar con energía solar. Cabe destacar que un total de 480.963,60 kWh no son aprovechables.

#### 6.2.4 Adecuación de la parcela.

Antes de comenzar las obras que darán lugar a la instalación fotovoltaica, es necesario realizar unas tareas previas sobre el terreno. En primer lugar, se llevará a cabo un desbroce y adecuación de la superficie donde se instala el campo solar mediante medios mecánicos. En total se requiere **un desbroce en una superficie de 5.697,00 m<sup>2</sup>**.

Además, se requiere de la tala de ciertos árboles que recaen sobre la zona donde se dispondrán los paneles o que podrían provocar sombras sobre los mismos en algunas horas del día. Estos se cortarán de forma manual con motosierra quedando totalmente troceados para su gestión de acuerdo al Anejo N°13 Gestión de Residuos. En total se requiere la **corta y tronzado de 8 árboles**.

#### 6.2.5 Movimiento de tierras.

Tras ello se llevará a cabo el movimiento de tierras el cual se ha obtenido mediante el estudio de los modelos digitales del terreno (MDT) natural y el terreno modificado. El estudio consiste en generar un MDT del terreno original con datos tomados en campo y a partir de él, obtener los perfiles transversales del mismo mediante una equidistancia definida. Del mismo modo se definen los perfiles transversales correspondientes a la explanada del terreno modificado. Por diferencia entre los dos tipos de perfiles se

obtiene el volumen a excavar y terraplenar en cada tramo. Se trata de un método bastante preciso y que ofrece unos resultados satisfactorios. El MDT del terreno original se ha obtenido a partir de los trabajos Modelo Digital del Terreno obtenido del CNIG denominado Modelo Digital del Terreno - MDT05 con un tamaño de pixel de 5,0 m. Tras ello, se realizó mediante el software MDT 7.5 el terreno modificado de los cuales se extrajeron diversos perfiles transversales tal y como se indica en el Anejo nº 6.

Tras ello, se han obtenido los volúmenes de desmonte y terraplén que es necesario mover para conformar la explanada.

Parámetro	Vol. (m³)
Vol. desmonte y transporte a terraplén o caballero	6.289,82
Excedente excavación	5.764,12

Como se puede observar, existe un excedente de material procedente de la excavación que será reutilizado en la obra de acuerdo a lo establecido en el Anejo Nº13 Gestión de Residuos.

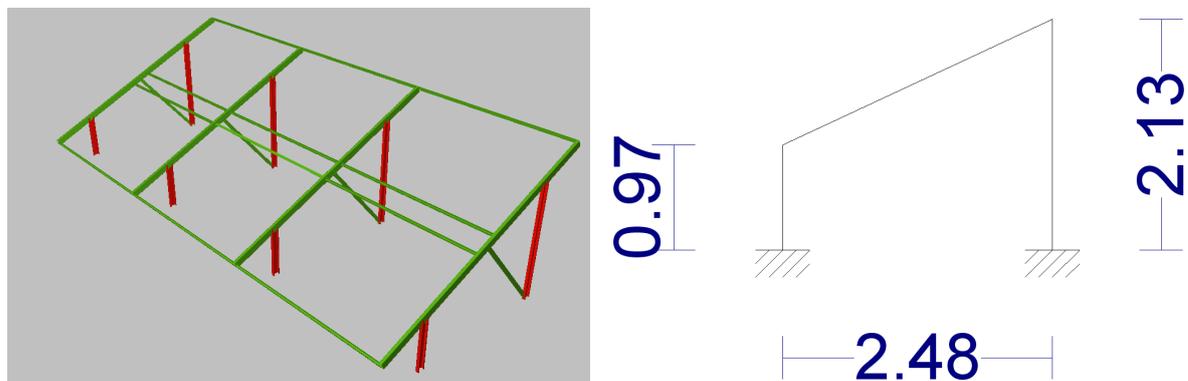
Según el estudio geotécnico, los materiales esperados a obtener en el movimiento de tierras son los siguientes:

% Flojo	% Tránsito	% Roca
80,0	20,0	0,0

**6.2.6 Estructura soporte en suelo.**

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos consiste en una estructura aporcada de dintel inclinado con una tornapunta que disminuye la flexión del mismo, conformado por una serie de perfiles de acero laminado en caliente.

La estructura tiene una longitud variable en función de su ubicación sobre la parcela, pero siempre múltiplo de 2,5 m y con un ancho en planta de 3,72 m. La estructura sostiene los módulos y transmite sus cargas al sistema de cimentación a través de los pilares ordenados en dos filas, las cuales están separadas 2,48 m y cada pilar está separado 2,5 m del siguiente.



**Esquema de cálculo de la estructura.**

Los dos soportes son de 0,97 y 2,13 m de altura, el primero de perfil CF 100x2,5 mm y el segundo igual al anterior. El dintel con una inclinación de 25° tiene una longitud de 4,10 m. y soporta 4 correas longitudinales, dos por fila de paneles, con perfil 41/41x2,5 mm de acero.

Entre el dintel y el soporte largo existe un jabalcón o diagonal de 1,80 m. de longitud que se une en el punto medio del dintel. Se compone de un perfil CF 60x2,0 mm. Se encuentra rígidamente unido en sus extremos. El dintel dispone en su parte superior e inferior de un voladizo.

Las correas son de perfil rectangulares de 41x41x2,5 mm de acero a separaciones que coincidan con las zonas de anclaje de los módulos fotovoltaicos.

En resumen, la dimensión total de la estructura es de 2,43 m. de altura y 3,72 m de longitud (proyección). La estructura se encuentra anclada al suelo mediante el perfil CF 100x2,5 mm hincado directamente al suelo, tanto en la parte delantera como en la trasera entra dentro del suelo 1,60 m. No existe por tanto piezas de unión entre el pórtico y la cimentación.

Puesto que el suelo no es homogéneo en todos sus puntos, es probable que en la ejecución de la obra existan ciertos perfiles donde no es posible llevar a cabo un hincado. El procedimiento a seguir en estos casos es el siguiente:

- Perforación de orificio de dimensiones superiores al perfil metálico a hincar para terrenos compactos y/o rocosos y a una profundidad de 1,60 m como mínimo mediante la técnica de Pedrelling.
- Relleno:
  - o Relleno de hormigón HM-20 con el perfil metálico introducido (si es necesario).
  - o Relleno con el material extraído (si es necesario).
- Ensayo *Pull-out* en cada uno de los perfiles con las cargas expuestas en el anejo.

En el presupuesto se contempla una partida especial para estos hincados donde se tiene en consideración cierto % de estos sobrecostos.

#### 6.2.7 Módulos fotovoltaicos.

Se ha optado por una **potencia nominal de captación de 362,88 kWp** que estará formado por un total de 672 módulos fotovoltaicos de 540 Wp de 144 half-cells y 48 V colocados en serie. Los mismos quedan distribuidos en 42 strings de 16 módulos cada una.

La instalación de los mismos sobre la estructura portante asegurará que queden con una inclinación de 25° y un azimut de 0° (orientadas al sur) en el caso de las instaladas en suelo sobre una estructura metálica fija. Las principales características de los módulos son las siguientes:

Características	Descripción
Potencia Max	540 W
Eficiencia (STC)	21,1 %
Tolerancia de potencia	-0/+ 5 W
Altura x anchura	2256 x 1133 mm (2,51 m <sup>2</sup> )
Tensión en MPP	41,65 V
Corriente MPP	12,97 A
Tensión de circuito abierto	49,5 V
Corriente de cortocircuito	13,85 A
TONC	45 °C
Tensión Uoc	-0,27 %/°C
Corriente Isc	0,048 %/°C
Potencia Pmpp	-0,35 %/°C
Peso	27,2 kg

#### 6.2.8 Inversores de red.

La potencia de diseño del parque solar es de **362,88 kWp** para aprovechar el espacio disponible y aportar la energía mayor energía posible para garantizar el funcionamiento de los equipos de bombeo en la mayor medida posible con energía de origen fotovoltaico.

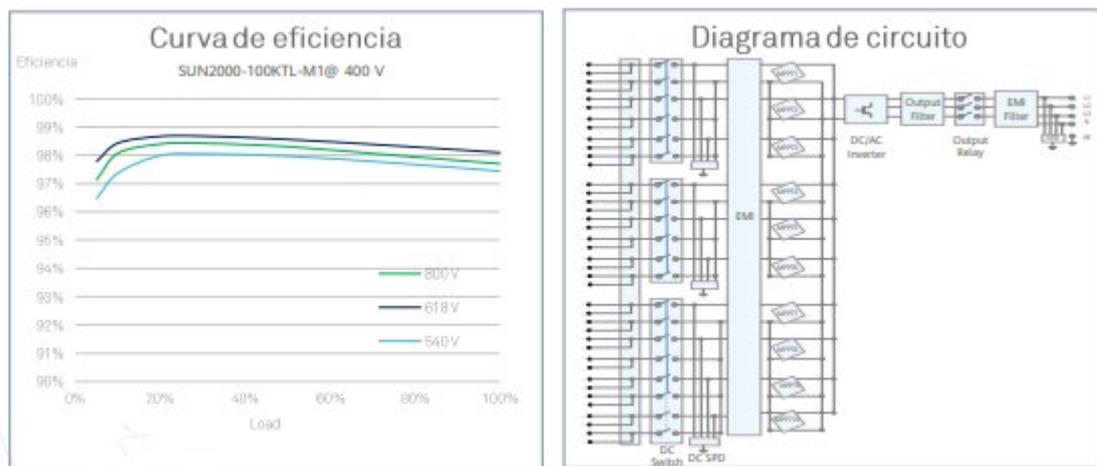
El inversor es el elemento encargado de convertir la energía eléctrica producida por los módulos solares fotovoltaicos de corriente continua en corriente alterna.

Los criterios que han determinado la solución de inversores de red son los siguientes:

- Inversor de potencia muy habitual y del que hay gran número de marcas disponibles en el mercado.
- Configuración de varios inversores en paralelo a uno único de mayor tamaño, para que la instalación pueda seguir funcionando en caso de fallo de alguno de ellos.
- Simplicidad del sistema.
- Compatibilidad entre inversores de la misma marca, modelo y tipo.
- Reducir la probabilidad de posibles errores de configuración en la ejecución de la instalación y la conexión eléctrica.

Para este caso, debido a la situación de los módulos fotovoltaicos sobre la parcela y diferentes simulaciones de aprovechamientos realizadas con diferentes gamas y tipos de inversores, se llega a la conclusión de que el mejor aprovechamiento se establece con la siguiente solución.

Se trata de la colocación de cuatro inversores de potencia nominal 100 kW con una tensión de salida en CA de 400 V que conecte, tras la ejecución de un cuadro de protección de inversores (CP-FV) directamente con el embarrado existente en el cuadro principal de la caseta de bombeo.



Las características técnicas principales de este tipo de inversores son las que se muestran a continuación:

- Entrada.
  - o Rango de tensiones de operación de MPPT ..... 200-1000 V
  - o Nº máximo de entradas ..... 20 entradas
  - o Número de MPPTs ..... 10 uds
- Salida.
  - o Potencia nominal activa de CA ..... 100 kW
  - o Tensión nominal de salida ..... 230-400 V
  - o Frecuencia nominal ..... 50/60 Hz
  - o Intensidad de salida nominal ..... 152,0 A
- Protecciones.
  - o Dispositivo de desconexión lado CC ..... Sí
  - o Protección contra funcionamiento en isla ..... Sí

- Protección contra sobre intensidad de CA..... Sí
- Protección contra polaridad inversa ..... Sí
- Monitorización de fallas de string ..... Sí
- Protector contra sobretensiones de CC ..... Tipo II
- Protector contra sobretensiones de CA ..... Tipo II
- Detección de aislamiento en CC ..... Sí
- Unidad de monitorización de la intensidad residual..... Sí
- Comunicaciones.
  - Monitor..... Indicadores LED
  - RS485..... Sí
  - MBUS ..... Sí
  - USB ..... Sí
- General.
  - Dimensiones..... 1.035 x 700 x 365 mm
  - Clase de protección..... IP66

### 6.2.9 Cableado CC.

A continuación, se describe cada una de las líneas que se han calculado en los anejos para el lado de corriente continua que comprende desde la salida de los módulos fotovoltaicos hasta la llegada a cada inversor.

#### 6.2.9.1 Cableado entre módulos.

Todos los strings del campo fotovoltaico son iguales en número de módulos. Se forman con 16 módulos fotovoltaicos dispuestos en serie.

Para la canalización del cable conexionado entre módulos se aprovecha la estructura a modo de bandeja en la cual están dispuestos los módulos fotovoltaicos. Para la formación de los strings se conectan los módulos en serie utilizando su pequeño tramo de cable de 4 mm<sup>2</sup> y los conectores normalizados MC4.



Los strings, ya conectados, se conectan con a los inversores situados a pie de estructura. Estas conexiones se llevan a cabo con cables de  $6 \text{ mm}^2$  para evitar superar la caída de tensión permitida por el REBT (1,5 %).

Los circuitos se han de identificar indeleblemente de acuerdo con un plano de identificación de strings para la posterior trazabilidad de rendimientos y averías. En el Documento N° 2 Planos, se adjuntan los esquemas unifilares.

Para las canalizaciones subterráneas que sean necesarias en este tipo de cableado se utilizarán arquetas prefabricadas de hormigón de dimensiones exteriores  $0,80 \times 0,80 \times 0,80 \text{ m}$  con tapa de fundición con marco, sobre enchachado de piedra, solera de hormigón perforada para drenaje.

#### **6.2.9.2 Cableado string – inversores.**

Para el cableado de los módulos fotovoltaicos, los conductores aislados son de tensión asignada no inferior a  $1/1 \text{ kV}$  y tiene un recubrimiento que garantiza una buena resistencia a las acciones climatológicas y satisfacen las exigencias de la Normas EN 50618/IEC 62930. El tipo de conductor seleccionado para el interconexión de los módulos fotovoltaicos es de tipo PV ZZ-F/H1Z2Z2-K y tiene una sección de  $6 \text{ mm}^2$ .

Esta tipología de cable está indicada para instalaciones fotovoltaicas. Los materiales empleados en su fabricación permiten que sea instalado tanto en intemperie como cubiertos sin alterar sus propiedades. Tienen una vida útil de hasta 30 años según UNE-EN 60216-2, resistencia a los rayos ultravioleta según EN-50618, libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754 y soportan temperaturas de hasta  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Los conectores empleados para conectar los strings a los inversores son los mismos que se emplean para la interconexión de módulos fotovoltaicos. Estos conectores son de tipo MC-4 para sección igual a la empleada.

Los accesorios que se empleen en las redes aéreas deben estar debidamente protegidos contra la corrosión y envejecimiento, y además resistir los esfuerzos mecánicos a que puedan ser sometidos, con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al dispositivo de anclaje donde estén instalados.

Para el conexionado de los diferentes strings, o conjunto de módulos fotovoltaicos, se utiliza como canalización la misma estructura donde se colocan los módulos. Los cables se instalarán de tal forma que no se modifique la resistencia de la estructura.

En total se requieren las siguientes mediciones de cableado.

Sección	Tipo	L (m)
6 mm <sup>2</sup>	PV ZZ-F/H1Z2Z2-K	3.970,8

#### 6.2.10 Cableado CA.

##### 6.2.10.1 Cableado de inversor a CP.

Los conductores aislados que conectan los inversores hasta el cuadro principal donde se conectan al embarrado principal tienen una tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV. Estas canalizaciones se dispondrán en tubos enterrados cumpliendo las especificaciones de la ITC-21. En concreto se deberán cumplir las especificaciones de la *Tabla 9. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir*. Se prevé el empleo de cables tipo RV-K de cobre con terminales normalizados en ambos extremos. La distribución de los circuitos desde los inversores, así como las características de sección de conductores y tubos se especifican en los anejos correspondientes y el documento planos.

Los cables eléctricos que se utilizan en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 21.1002, cumplen con esta prescripción. Se prevé el empleo de cables RV-K de cobre con terminales normalizados en ambos extremos.

La instalación de estos cables será en tubos de PE enterrados según se indica en el documento Planos.

Los cables eléctricos que se utilizan en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002, cumplen con esta prescripción.

LINEA	L (m)	DESCRIPCIÓN
Inversor 1 – CP	4,4	0,6/1 kV Cu 1x3x150 + 70 mm <sup>2</sup>

LINEA	L (m)	DESCRIPCIÓN
Inversor 2 – CP	59,1	0,6/1 kV Cu 1x3x150 +70 mm <sup>2</sup>
Inversor 3 – CP	108,0	0,6/1 kV Cu 1x3x240 + 120 mm <sup>2</sup>

#### 6.2.10.2 Cableado CP a CP existente.

Esta línea discurre por el interior de la caseta donde se sitúan los equipos auxiliares de la instalación fotovoltaica. Las líneas se realizarán con conductores canalizados por los muros interiores de la edificación mediante bandejas.

Los cables eléctricos que se utilizan en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 21.1002, cumplen con esta prescripción. Se prevé el empleo de cables RV-K de cobre con terminales normalizados en ambos extremos.

Para las canalizaciones subterráneas que sean necesarias en este tipo de cableado se utilizarán arquetas prefabricadas de hormigón de dimensiones exteriores 0,80x0,80x0,80 m con tapa de fundición con marco, sobre enchachado de piedra, solera de hormigón perforada para drenaje.

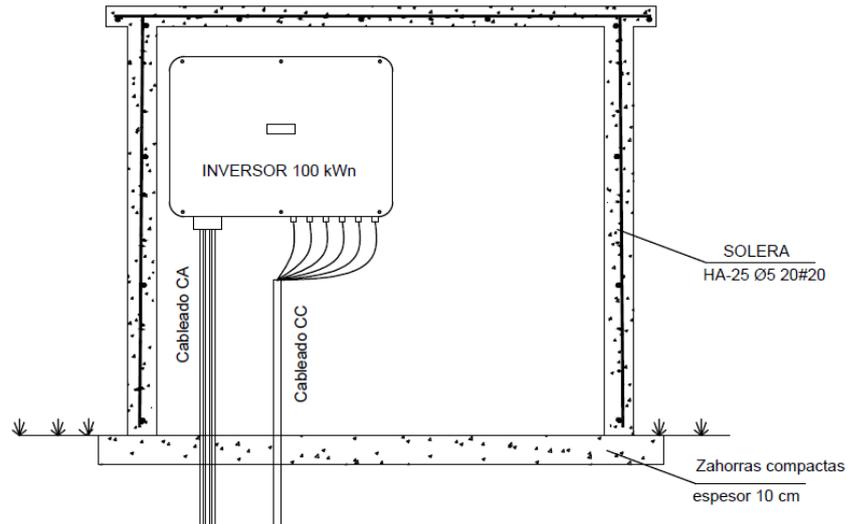
LINEA	L (m)	DESCRIPCIÓN
CP – CP exist.	343,9	0,6/1 kV Cu 6(3x240 mm <sup>2</sup> + N120 mm <sup>2</sup> ) RV-K

#### 6.2.11 Protecciones CC.

A continuación, se muestran las protecciones que son necesarias en cada una de las cajas de conexiones que se proyectan junto a los inversores en el interior de la hornacina de hormigón.

##### 6.2.11.1 Hornacina.

Para albergar tanto las protecciones de corriente continua como los inversores se decide colocar hornacinas a pie de string de dimensiones interiores 150x68x120 cm y exteriores de 168x82x125 para instalación de elementos eléctricos formada por placas de hormigón HA-25, mallazo electrosoldado de #20x20x5 de calidad B500T y puerta opaca de acero galvanizado con rejilla de ventilación.



La misma descansará sobre una capa de zahorras compactadas de 10 cm de espesor tal y como se muestra en la imagen anterior.

### 6.2.11.2 Protecciones y medición.

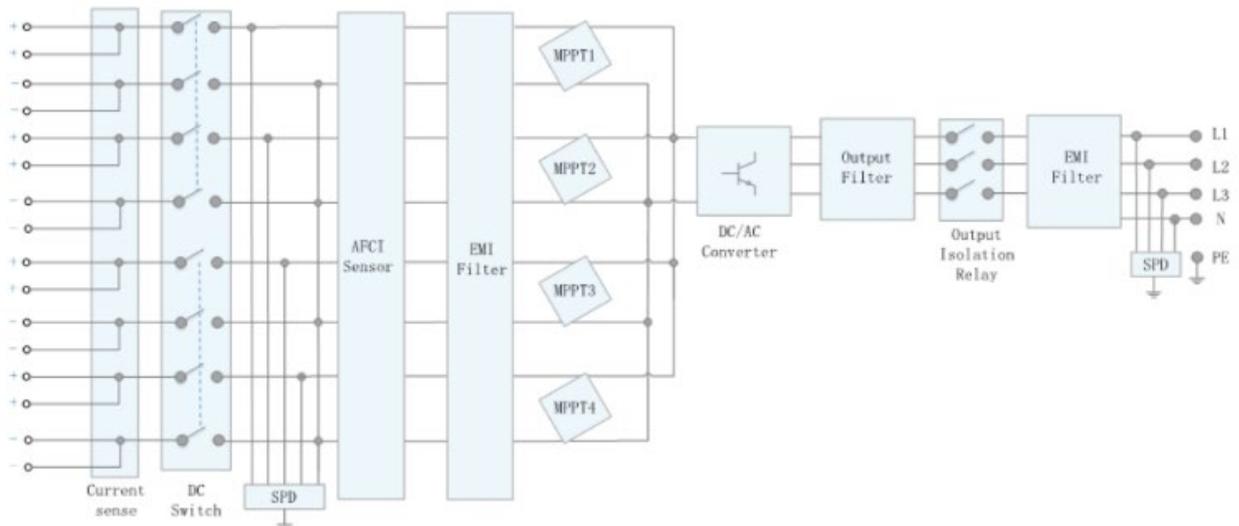
Los inversores instalados llevan incorporados todos los elementos de protección, control y maniobra necesarios por lo que no es preceptivo de la instalación de los mismos. Todos los cables que entren y salgan lo deberán hacer a través de prensaestopas adecuados.

Características y protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Sí
Descargador de sobretensiones de CA	Sí
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Control del receptor Ripple	Sí
Recuperación PID integrada3	Sí

Comunicación	
Display	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP
RS485	Sí
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)
Monitoring BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)

## Diagrama de circuito



En el proyecto se adjunta un plano en el cual se ve la ubicación de cada una de las hornacinas y el número de strings que cada una de ellas agrupa.

### 6.2.12 Cuadro CP de corriente alterna (CP-FV).

Su misión es recibir las diferentes acometidas desde cada uno de los inversores, efectuar la distribución y protección de los diferentes circuitos acometidos y derivados, para lo cual se alojan los diferentes elementos de protección contra contactos indirectos, sobrecargas y cortocircuitos. Para ello se empleará una envolvente metálica normalizada de dimensiones adecuadas para albergar todos los embarrados y componentes que deberá contener en su interior:

- Protecciones Base portafusible + Fusible para acometidas inversores con sus correspondientes pletinas para abrochar los cables que componen los circuitos.
- Embarrado intensidad >630 A con sus correspondientes aisladores, soportes y pletinas de conexión con protecciones fusibles y seccionador general.
- Seccionador general de bobina de disparo de para aplicaciones solares de 400 V.
- Protector contra sobre tensiones de clase II, para aplicaciones solares, preferentemente con teleseñalización.
- Vigilante de aislamiento.
- Seta de emergencia.
- Cableado interno y bornes de conexión para automatización (señalizador del protector de sobretensiones, circuito de seta de emergencia y conexión Modbus RTU para interconexión con el analizador de redes.

Además, se instalará un protector contra sobretensiones de clase II, preferentemente con teleseñalización. Este elemento se conectará a las tierras del parque fotovoltaico.

También se deberá instalar un vigilante de aislamiento. El contacto libre de potencia de este vigilante de aislamiento deberá serializarse con la automatización y con la bobina de disparo del seccionador general fotovoltaico instalado en el cuadro de la acometida, de forma que, en caso de fallo en el aislamiento del generador fotovoltaico se produzca, inmediatamente, la desconexión del mismo y el aviso remoto con la alarma.

### 6.2.13 Cuadro CP cabezal (CP-CA).

Para recibir la línea que viene desde el cuadro principal de la instalación FV y en el cual se concentra toda la intensidad del mismo, se proyecta el siguiente cuadro de protecciones que permitirá aislar el parque fotovoltaico de la red antes de conectar con el cuadro principal existente.

- Protecciones Base portafusible + Fusible para acometidas inversores con sus correspondientes pletinas para abrochar los cables que componen los circuitos.
- Embarrado intensidad >630 A con sus correspondientes aisladores, soportes y pletinas de conexión con protecciones fusibles y seccionador general.
- Seccionador general de bobina de disparo de para aplicaciones solares de 400 V.
- Protector contra sobre tensiones de clase II, para aplicaciones solares, preferentemente con teleseñalización.
- Vigilante de aislamiento.
- Seta de emergencia.
- Cableado interno y bornes de conexión para automatización (señalizador del protector de sobretensiones, circuito de seta de emergencia y conexión Modbus RTU para interconexión con el analizador de redes.

Además, se instalará un protector contra sobretensiones de clase II, preferentemente con teleseñalización. Este elemento se conectará a las tierras del parque fotovoltaico.

También se deberá instalar un vigilante de aislamiento. El contacto libre de potencia de este vigilante de aislamiento deberá serializarse con la automatización y con la bobina de disparo del seccionador general fotovoltaico instalado en el cuadro de la acometida, de forma que, en caso de fallo en el aislamiento del generador fotovoltaico se produzca, inmediatamente, la desconexión del mismo y el aviso remoto con la alarma.

## 6.2.14 Puesta a tierra.

### 6.2.14.1 Puesta a tierra del campo FV.

La estructura soporte, así como los módulos fotovoltaicos se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas, permitir a los vigilantes de aislamiento la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes de falta o descarga de origen atmosférico.

A esta misma tierra se conectarán también las masas metálicas de la parte de alterna (fundamentalmente los inversores).

De acuerdo con ITC-18, las secciones de las tomas de tierra deben ser las indicadas en la siguiente tabla:

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Cabe indicar que se realizará una toma de tierra a la que se conectarán directamente las estructuras soporte del generador fotovoltaico, los marcos de los módulos, conectados a los inversores.

Así, la puesta a tierra de los módulos fotovoltaicos debe efectuarse mediante conductores unidos a sus marcos, no bastando únicamente con su unión física. Este conductor de protección será aislado de 6 mm<sup>2</sup> de sección ya que el conductor de cada fase es de 4 mm<sup>2</sup> correspondiente a cada latiguillo de los propios módulos) y se unirá al módulo aprovechando la unión atornillada de este a la estructura o medios equivalentes. El conductor de protección entre los módulos será de 6 mm<sup>2</sup> de sección.

### 6.2.14.2 Toma a tierra CP.

La edificación para cuadros eléctricos del parque fotovoltaico se conecta a tierra, para ello se utiliza cable desnudo de cobre con una **sección mínima de 35 mm<sup>2</sup> y 4 piquetas de cobre con una longitud mínima de 2 metros**. A estas tierras se conectan todos los cuadros a través de un seccionador de tierras. El valor de la puesta a tierra nunca superara lo establecido en las ITC-BT-24.

## 6.2.15 Sistema de control, automatización y comunicaciones.

A continuación, se lleva a cabo la descripción del sistema de control y automatización seleccionado y adecuado para la tipología de instalación existente y un correcto control de los bombeos y energía producida con el objetivo de maximizar los ahorros.

### 6.2.15.1 Introducción.

La instalación fotovoltaica para autoconsumo (IFVA) que se pretende realizar, debe estar integrada en la infraestructura eléctrica donde existen instalaciones de bombeo de agua y rebombeos para mantenimiento de presión constante en tuberías de riego.

Entre los principales objetivos, están:

- Debe ser un sistema eficiente, que sea capaz tanto de aprovechar el máximo de energía solar disponible en cada instante.

- Debe evitar, en la medida de lo posible, paradas de bombas por el paso de nubes, teniendo en cuenta la potencia contratada y de entrada de la red eléctrica de distribución, integrada cada cuarto de hora (maxímetro).
- Debe ser un sistema integrado en el automatismo de los sistemas de bombeo, incluso con visualización en local y en plataforma Web.
- Cualquier bomba puede funcionar sincronizada o no con la instalación fotovoltaica.
- Debe ser un sistema automático, en el que el usuario simplemente configurará las consignas de funcionamiento y no intervendrá en la decisión de arrancar o parar equipos de bombeo en función de si hay energía fotovoltaica disponible o no.
- Dispondrá de un sistema de informes económicos, energéticos e hidráulicos que permitan ajustes futuros de funcionamiento, en los cuales se pueda comprobar mediante puntos de inspección, la eficiencia y eficacia del funcionamiento del sistema.

Para la realización del presente proyecto, hay que tener en cuenta:

5. La norma UNE 217001-IN y RD 244/2019, la cual define los requisitos y ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución.
6. Los equipos de bombeo necesitan una potencia mínima de funcionamiento para arrancar si funcionan con variador, o la potencia nominal si no lo tienen.
7. En todos los períodos tarifarios (P1 a P6), se deberá tener en cuenta de forma automática y leída en tiempo real en el contador, la potencia contratada y la configuración de los equipos de control en los automatismos para arrancar y regular o no los equipos de bombeo para no exceder de la potencia contratada (o autorizada) cuando no exista radiación suficiente en la ISFV.
8. Todos los equipos de bombeo existentes que toman el consumo eléctrico del punto de medida de la compañía eléctrica, de cualquier estación de bombeo, deben ser gestionados por el sistema de control, e integrados y gestionados con la ISFV.

Dadas estas particularidades, el sistema a diseñar deberá contemplar:

- Sistema anti vertido que cumpla la norma UNE 217001-IN y RD 244/2019.
- Sistema de gestión de bombeos, el cual sea capaz de adoptar escenarios de trabajo para las distintas instalaciones de bombeo en función de su configuración, información del sistema de gestión energética, periodos tarifarios y parámetros horarios y prioritarios programados por el operador de las instalaciones. Debe de aprovechar al máximo la energía disponible en cada momento en la IFVA.
- Sistema de gestión energética, el cual sea capaz de gestionar la energía solar disponible en el campo FV, energía consumida en la instalación, energía consumida por cada equipo de bombeo, energía generada por la IFVA y energía importada de la red eléctrica de distribución.

#### **6.2.15.2 Sistema antivertido.**

Se requiere de un regulador de potencia con certificado para el autoconsumo que cumpla los criterios de la UNE 217001-IN y RD 244/2019.

El sistema antivertido incluirá un dispositivo de gestión de comunicaciones y regulación de potencia de los inversores. Controlará la potencia de generación y permitirá regular el nivel de generación de los inversores de la instalación fotovoltaica en función del consumo instantáneo. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

### **6.2.15.3 Sistema de gestión energética y bombeos.**

Las instalaciones de bombeo a controlar por el sistema se pueden dividir en 3 grupos:

#### **D. Instalaciones de bombeo para riego a presión constante con un único equipo de bombeo.**

Cada equipo de bombeo dispondrá de 6 horarios individuales, dentro de cada uno, el usuario configurará una presión de riego de consigna y otra presión más baja de presión de riego de “emergencia” para situaciones de paso de nubes.

En cada uno de los horarios, el operador seleccionará si desea arrancar los equipos de bombeo enclavando el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y a la planta fotovoltaica o no. Así podrá configurar horarios nocturnos sin enclavarlos a la instalación fotovoltaica y horarios diurnos, enclavando el funcionamiento de los equipos de bombeo a la radiación solar y planta fotovoltaica. Si no se enclava el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y la planta fotovoltaica, la bomba arrancará inmediatamente en cuanto se active el horario y regulará el variador hasta alcanzar la presión de consigna. Si el funcionamiento se enclava a la disponibilidad de radiación solar y planta fotovoltaica, la bomba pasará a “En espera de ISFV” en cuanto se active el horario. Cuando el sistema calcule (a través de los sensores de radiación y temperatura del módulo) que hay suficiente radiación solar para el arranque de la bomba, pondrá en funcionamiento el equipo de bombeo, intentando regular la presión a la de consigna. En caso de que la planta fotovoltaica no sea capaz de aportar la energía necesaria para el equipo de bombeo, la presión de consigna que intentará alcanzar será la presión configurada de “emergencia”, siendo ligeramente inferior a la normal, con el objetivo de disminuir el consumo eléctrico de la bomba. El sistema tendrá configurada la energía máxima cuartohoraria de entrada de la red para situaciones de paso de nubes para cada periodo tarifario individualmente. Cuando se de la situación de que aumente el consumo energético de la red de distribución, el sistema predecirá la energía cuartohoraria y llegado un umbral configurable (normalmente el 90% de la energía autorizada o contratada), si persiste la situación del paso de nube, la bomba se detendrá, pasando a estado “En espera de ISFV”.

Cuando en la instalación exista más de un equipo de bombeo, que no forme un grupo de presión, sino que pertenezca a distintos cabezales de bombeo, el operador asignará prioridades de arranque y parada a cada bomba, siendo el funcionamiento de regulación del mismo modo que el definido. De esta manera, las bombas se irán arrancando y parando en función de la disponibilidad de la radiación solar y la planta fotovoltaica, de manera escalonada.

#### **E. Instalaciones de bombeo para riego a presión constante con más de un equipo a modo grupo de presión.**

El funcionamiento y manejo será de la misma manera que para cada bomba individual explicado en el apartado A., sin embargo, aquí se tendrá en cuenta el conjunto de bombas que forman parte del grupo de presión, es decir, cuando se active el horario del grupo de presión, si no tiene configurado el enclavamiento

a la planta fotovoltaica, se arrancarán las bombas necesarias para alcanzar la presión de consigna. Si el horario tiene configurado el enclavamiento con la planta fotovoltaica, cuando la disponibilidad de radiación solar y planta fotovoltaica sea superior a la suma de las potencias de cada bomba que tiene permiso, arrancará el grupo de presión de manera normal para alcanzar la presión de consigna. El paso de nubes se tratará de igual forma que el descrito en el apartado A.

**F. Instalación de bombeo para llenado de un embalse, bien sea de pozo o rebombeo desde otro embalse.**

En este apartado se distingue el funcionamiento del equipo de bombeo si funciona con variador de frecuencia o no.

**C1. Si no incorpora variador de frecuencia.**

En cada uno de los horarios del equipo de bombeo, el operador seleccionará si desea arrancar enclavando el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y a la planta fotovoltaica o no. Así podrá configurar horarios nocturnos sin enclavarlos a la instalación fotovoltaica y horarios diurnos, enclavando el funcionamiento de los equipos de bombeo a la radiación solar y planta fotovoltaica. Si no se enclava el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y la planta fotovoltaica, la bomba arrancará inmediatamente en cuanto se active el horario para llenar el embalse. Si el funcionamiento se enclava a la disponibilidad de radiación solar y planta fotovoltaica, la bomba pasará a “En espera de ISFV” en cuanto se active el horario. Cuando el sistema calcule (a través de los sensores de radiación y temperatura del módulo) que hay suficiente radiación solar para el arranque de la bomba, pondrá en funcionamiento el equipo de bombeo, hasta llenar el embalse. El sistema tendrá configurada la energía máxima cuartohoraria de entrada de la red para situaciones de paso de nubes para cada periodo tarifario individualmente. Cuando se dé la situación de que aumente el consumo energético de la red de distribución, por pasos de nubes u otra situación similar, el sistema predecirá la energía cuartohoraria y llegado un umbral configurable (normalmente el 90% de la energía autorizada o contratada), si persiste la situación del paso de nube, la bomba se detendrá, pasando a estado “En espera de ISFV”.

Cuando en la instalación exista más de un equipo de bombeo, que no forme un grupo de presión, sino que sean independientes, el operador asignará prioridades de arranque y parada a cada bomba, siendo el funcionamiento del mismo modo que el definido. De esta manera, las bombas se irán arrancando y parando en función de la disponibilidad de la radiación solar y la planta fotovoltaica, de manera escalonada.

**C2. Sí incorpora variador de frecuencia.**

De igual manera el operador selecciona si desea arrancar enclavando el funcionamiento a la disponibilidad de la radiación solar y planta fotovoltaica. A su vez, se configurará una consigna de consumo de la red de suministro eléctrico, pudiendo éste aproximarse a 0 kW. Cuando se active un horario para el funcionamiento del equipo de bombeo con enclavamiento a la planta fotovoltaica, una vez la radiación solar supere en cálculos la potencia de arranque de la bomba con variador (ésta potencia será la correspondiente a la extracción de 1/3 del caudal nominal del equipo de bombeo), arrancará y el variador buscará siempre el consumo de red eléctrica mínimo configurado para sacar el máximo aprovechamiento a la instalación solar fotovoltaica, si no hay nubes la planta generará más energía y subirá la velocidad de la bomba con el variador de frecuencia y si hay nubes, subirá el consumo de la red eléctrica y el variador

bajará la velocidad de la bomba para bajar el consumo. El paso de nubes lo hará de la misma manera que lo explicado en los puntos anteriores. El usuario establecerá una secuencia de prioridades de arranque y paro de cada bomba.

#### 6.2.15.3.1 Seguridades hidráulicas y eléctricas.

En cualquier caso, el sistema de control de bombeos y de la planta fotovoltaica deberá tener en cuenta las distintas alarmas y situaciones de la instalación:

- Mínima presión en tuberías para funcionamiento de equipo de bombeo.
- Máxima presión de seguridad.
- Exceso de número de arranques/hora del equipo de bombeo.
- Parada de bomba por exceso de potencia contratada.
- Caudal bajo de funcionamiento.
- Temperatura alta de motor (si dispone de sensor).
- Tensión alta de red AC en inversor fotovoltaico.
- Tensión alta por entrada de String.
- Fallo resistencia de aislamiento en String.
- Tensión baja de red AC en inversor fotovoltaico.
- Planta fotovoltaica sin tensión AC.
- Fallo sensor presión/nivel/caudal/radiación solar/temperatura....

#### 6.2.15.3.2 Control de condensadores.

Con el objetivo de conseguir una instalación solar fotovoltaica lo más eficiente posible, se configurará para generar energía activa pura, es decir, con el  $\cos \varphi = 1$ . Como consecuencia, cuando un equipo de bombeo que no disponga de variador para su funcionamiento esté en marcha, hará bajar el  $\cos \varphi$  en el punto de suministro de la red eléctrica. Para no incurrir en penalizaciones por consumo de energía reactiva, el sistema será capaz de gestionar las baterías de condensadores existentes en la instalación. Cada equipo de bombeo tendrá asignado uno o varios condensadores que se conectarán cuando entre en funcionamiento la bomba. Además, si el  $\cos \varphi$  en el contador de la compañía eléctrica no es el deseado, el sistema conectará o desconectará tantos condensadores como sean necesarios para alcanzar la consigna, fijada para cada periodo. En el periodo P6, el objetivo será cumplir la norma publicada en el BOE, la Circular 7/2020, por el que se penaliza la energía reactiva capacitiva, para ello, la consigna será siempre cargas inductivas, y capacitivas por encima de  $\cos \varphi > 0,98$ .

#### 6.2.15.3.3 Señales a controlar.

Para un correcto funcionamiento del sistema, el sistema de control debe contemplar los siguientes dispositivos y señales que componen el conjunto de la instalación:

DISPOSITIVOS A INSTALAR	SEÑAL A CONTROLAR	RANGO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
Inversores fotovoltaicos	Potencia generada de cada inversor y total de la planta	0 a P. máx.	kW

DISPOSITIVOS A INSTALAR	SEÑAL A CONTROLAR	RANGO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
	Energía generada por cada inversor y total de la planta	NP	kWh
	Tensión continua de cada string	0 a V. máx.	Vcc
	Tensión alterna de cada inversor	0 a V. máx.	Vac
	Corriente de cada string	0 a I. máx.	A
	Potencia de cada string	0 a P. máx.	kW
	Energía de cada string	NP	kWh
Estación meteorológica	Irradiación solar. Deberá disponer de compensación de temperatura activa para minimizar las influencias de la temperatura en la señal de medición del sensor de irradiancia.	0 a 1.500	W/m <sup>2</sup>
	Velocidad del aire	0,9 a 40 (ráfagas de hasta 60 m/s)	m/s
	Temperatura ambiente. La sonda de temperatura ambiente debe incorporar pantalla meteorológica antirradiación ventilada de forma natural.	-40 a +90	°C
	Temperatura del módulo fotovoltaico. Se dará por válida la temperatura medida por el sensor incorporado en la célula del sensor de irradiancia.	-40 a +90	°C
Analizador de redes del kit antivertido	Potencia activa	0 a P. máx	kW
	Potencia reactiva	0 a Q. máx.	kVAr
	Potencia aparente	0 a S. máx.	kVA
	Energía activa	NP	kWh
	Energía reactiva	NP	kVArh
	Tensión de cada fase y compuesta	0 a V. máx.	V
	Desequilibrio de tensiones de fase	0 a % máx.	%
	Desequilibrio de corrientes de fase	0 a % máx.	%
	cos $\varphi$	-1 a 1	NP
	THD en tensión por fase	0 a % máx.	%
	THD en intensidad por fase	0 a % máx.	%
Contador de la compañía eléctrica (*Existente en instalación)	Periodo tarifario instantáneo	P1 a P6	NP
	Potencia activa	NP	kW
	Potencia reactiva	NP	kVAr
	Energía activa	NP	kWh
	Energía reactiva	NP	kVArh
	Tensión de suministro de la red	NP	V
	Fecha y hora para sincronización de equipos de control	NP	dd/mm/aaaa hh:mm:ss
	Cuadrante instantáneo	Q1 a Q4	NP
Variadores de frecuencia (*Existentes en instalación)	Potencia de entrada al variador	0 a P. máx.	kW
	Energía acumulada	NP	kWh
	Tensión del bus CC	0 a Vcc máx.	Vcc
	Corriente media de salida a motor	0 a I. máx	A
	Frecuencia de salida a motor	0 a Frec. Máx.	Hz

DISPOSITIVOS A INSTALAR	SEÑAL A CONTROLAR	RANGO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
	Temperatura de la tarjeta de potencia	0 a temp. Máx.	°C
	Temperatura de la tarjeta de control	0 a temp. Máx.	°C
	Estado del variador	NP	NP
	Tipo de alarma activa	NP	NP
	Control de marcha, paro, reset y velocidad	NP	NP
Arrancador estático (*Existentes en instalación)	Potencia de entrada	0 a P. máx.	kW
	Energía acumulada	NP	kWh
	Corriente de fase	0 a I. máx.	A
	Corriente media	0 a I. máx.	A
	Tensión compuesta	0 a V. máx.	V
	Tensión media	0 a V. máx.	V
	$\cos \varphi$	-1 a 1	NP
	Estado del arrancador	NP	NP
	Tipo de alarma activa	NP	NP
	Control marcha, paro y reset.	NP	NP
Analizador de redes de los equipos de bombeo (*Existentes en instalación)	Potencia activa	0 a P. máx.	kW
	Potencia reactiva	0 a Q. máx.	kVAr
	Potencia aparente	0 a S. máx.	kVA
	Energía activa	NP	kWh
	Energía reactiva	NP	kVArh
	Tensión de cada fase y compuesta	0 a V. máx.	V
	Desequilibrio de tensiones de fase	0 a % máx.	%
	Desequilibrio de corrientes de fase	0 a % máx.	%
	$\cos \varphi$	-1 a 1	NP
	THD en tensión por fase	0 a % máx.	%
	THD en intensidad por fase	0 a % máx.	%
	Caudalímetros (*Existentes en instalación)	Caudal instantáneo	0 a Q. máx.
Volumen de agua acumulado		NP	m <sup>3</sup>
Alarma		NP	NP
Sensor de nivel (*Existentes en instalación)	Nivel de agua en embalse instantáneo	0 a N. máx.	m
	Alarma	NP	NP
Sensor de presión (*Existentes en instalación)	Presión instantánea	0 a P. más	kg/cm <sup>2</sup>
	Alarma	NP	NP
Equipo de bombeo (*Existentes en instalación)	Estado de permiso, marcha, parada y avería	NP	NP
	Control de marcha, paro y reset	NP	NP

DISPOSITIVOS A INSTALAR	SEÑAL A CONTROLAR	RANGO DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
Condensadores de la instalación, de bombas y transformador (*Existentes en instalación)	Control de conexión y desconexión	NP	NP

#### 6.2.15.3.4 Controladores necesarios.

Para gestionar todos los dispositivos descritos, se instalarán dos controladores:

- **PLC-FV.** Hará la gestión energética de la instalación, leyendo los valores de generación energética de la instalación fotovoltaica, de la entrada de energía de la red eléctrica de distribución y del consumo de la instalación.
- **PLC-B.** Será el encargado de manejar los equipos de bombeo, actuando sobre los variadores de frecuencia si se dispone de ellos para:
  - o Grupo de presión de riego. Mantendrá la consigna de presión indicada por el usuario, regulando la velocidad del variador (o variadores si hay más de uno), arrancando y parando las bombas auxiliares en caso de necesidad.
  - o Equipos de bombeo para llenado de embalses (pozos o rebombeo entre embalses). En función de la configuración, los equipos de bombeo funcionarán al 100 % de su velocidad si dispone de variador o adaptando el consumo de la red a las consignas fijadas por el usuario en cada periodo tarifario.

#### 6.2.15.3.5 Esquema de los sistemas a integrar.

A continuación, se indica el esquema de los distintos sistemas a instalar e integrar, distinguiendo los elementos existentes en la instalación y los que hay que instalar relativos al sistema de control, automatización y comunicaciones:

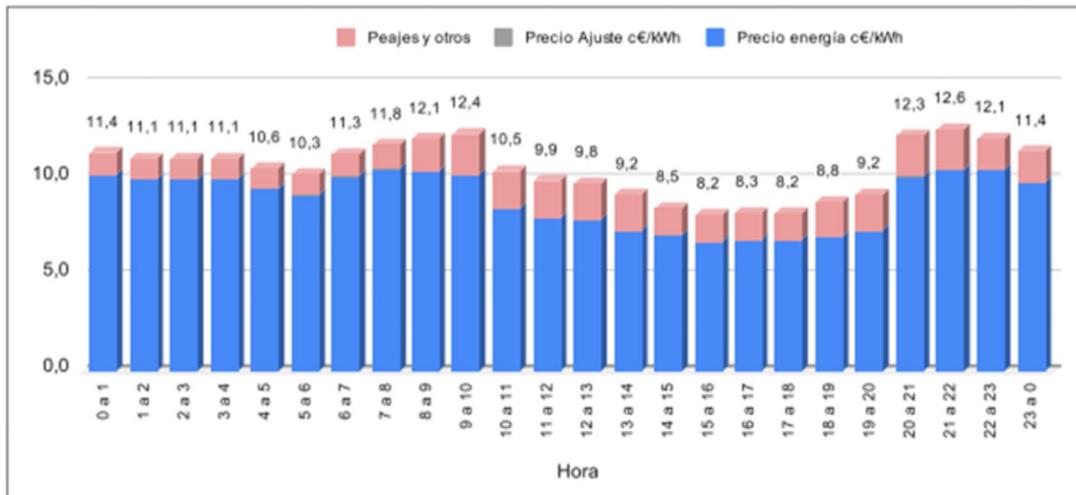


- Valor instantáneo de cada sensor presente en la instalación.
- Estado de marcha, paro o avería de cada equipo de bombeo.
- Valor de la energía entrante de la red eléctrica de distribución, producción de la instalación solar fotovoltaica, consumo eléctrico de la instalación, periodo tarifario activo, potencia contratada, etc.
- Programación de horarios de cada bomba y grupo de presión, los cuales podrán ser modificados por el perfil de usuario “programador”.
- Configuración del funcionamiento del sistema, así como las protecciones necesarias y escenarios de funcionamiento. Estos parámetros podrán ser modificados por el perfil de usuario “técnico”.
- Panel de Alarmas. Se mostrará un panel con el histórico de alarmas disparadas en la instalación, así como las alarmas activas, indicando la fecha y hora de activación, desactivación y la de reconocimiento por el usuario. Podrán ser reseteadas por usuarios con perfil “técnico”.
- Gráficas. Se mostrarán datos históricos de dos tipos:
  - Histórico de valores instantáneos. Se muestra el valor instantáneo de los sensores de presión, caudal, potencia, temperatura, radiación solar, tensión, corriente, etc.
  - Histórico de valores acumulados. Se muestra los valores acumulados de los equipos y sensores, tales como volumen de agua, energía consumida total y por periodo tarifario, cuentahoras de funcionamiento de los equipos de bombeo, número de arranques de cada equipo de bombeo, etc.  
Se podrá modificar el rango de fechas para su visualización.
- Informes. Cada usuario visualizará los siguientes informes tipo:
  - **Precio horario de la energía para el día actual**, indicando el periodo tarifario y la potencia contratada en cada hora. Será similar a la siguiente ilustración:



- **Previsión del precio horario de la energía** para el día siguiente, indicando el periodo tarifario y la potencia contratada en cada hora. Será similar a la siguiente ilustración:

### Mercado diario para el día:



Periodo Tarifario Activo	Potencia Contratada kW	Tramo horario	Total c€/kWh	Precio energía c€/kWh	Precio Ajuste c€/kWh	Predicción meteorológica			
6	451	0 a 1	11,4	10,2	0,0		21 °C	6 km/h	0 mm
6	451	1 a 2	11,1	10,0	0,0		21 °C	3 km/h	0 mm
6	451	2 a 3	11,1	10,0	0,0		20 °C	2 km/h	0 mm
6	451	3 a 4	11,1	10,0	0,0		20 °C	3 km/h	0 mm
6	451	4 a 5	10,6	9,5	0,0		19 °C	6 km/h	0 mm
6	451	5 a 6	10,3	9,2	0,0		19 °C	8 km/h	0 mm
6	451	6 a 7	11,3	10,2	0,0		18 °C	9 km/h	0 mm
6	451	7 a 8	11,8	10,6	0,0		18 °C	9 km/h	0 mm
4	350	8 a 9	12,1	10,4	0,0		19 °C	10 km/h	0 mm
3	350	9 a 10	12,4	10,3	0,0		20 °C	10 km/h	0 mm
3	350	10 a 11	10,5	8,5	0,0		22 °C	10 km/h	0 mm
3	350	11 a 12	9,9	8,0	0,0		25 °C	9 km/h	0 mm
3	350	12 a 13	9,8	7,9	0,0		26 °C	9 km/h	0 mm
3	350	13 a 14	9,2	7,3	0,0		27 °C	8 km/h	0 mm
4	350	14 a 15	8,5	7,1	0,0		28 °C	7 km/h	0 mm
4	350	15 a 16	8,2	6,8	0,0		27 °C	11 km/h	0.3 mm
4	350	16 a 17	8,3	6,9	0,0		25 °C	17 km/h	0.3 mm
4	350	17 a 18	8,2	6,9	0,0		23 °C	21 km/h	0.3 mm
3	350	18 a 19	8,8	7,0	0,0		23 °C	19 km/h	0.2 mm
3	350	19 a 20	9,2	7,4	0,0		24 °C	15 km/h	0.2 mm
3	350	20 a 21	12,3	10,2	0,0		24 °C	12 km/h	0.2 mm
3	350	21 a 22	12,6	10,5	0,0		22 °C	12 km/h	0 mm
4	350	22 a 23	12,1	10,5	0,0		21 °C	12 km/h	0 mm
4	350	23 a 0	11,4	9,8	0,0		20 °C	11 km/h	0 mm

- **Funcionamiento de las instalaciones de bombeo.** Se mostrará la información relacionada con cada equipo de bombeo. En función de los sensores de los que disponga el equipo de bombeo, se mostrará la siguiente información para cada bomba, para un rango de fechas predeterminados, pudiendo ser modificadas por el usuario:
  - Número y nombre del equipo de bombeo.
  - Horas de funcionamiento (h).

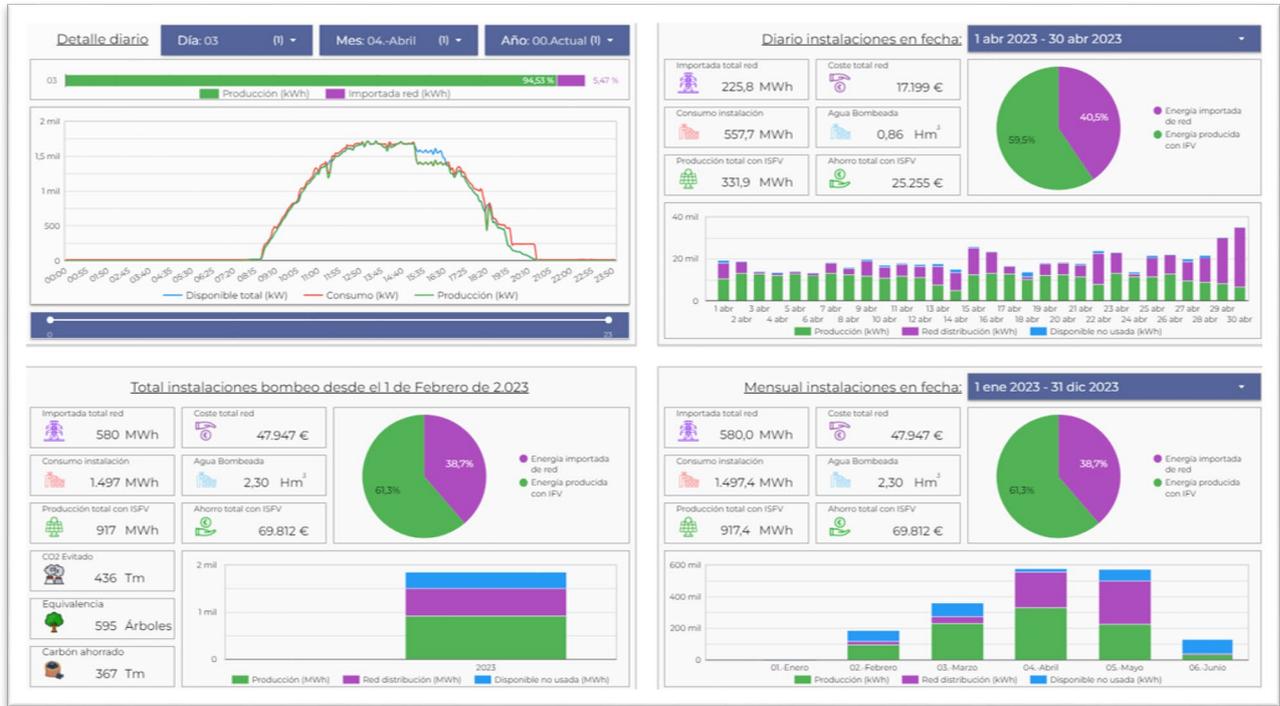
- Energía consumida (kWh).
- Potencia media (kW).
- Volumen total bombeado (m³).
- Caudal medio (l/s).
- Tensión máxima (V).
- Tensión mínima (V).
- Reserva de agua en pozo (m).
- Temperatura media del motor (°C).
- Eficiencia media (%).
- Coste medio (c€/m³)
- Coste total (€).
- Pérdidas por ineficiencia (€)

Además, aparecerá un resumen con la información de los mismos indicadores para el año actual y el año anterior. A continuación, se muestra un ejemplo:

Datos del año: 2,022														
Instalación	Bomba	T. Func. (h)	Energía Total (kWh)	Pot. med. (kW)	Volum. (m3)	Caudal med. (l/s)	Tensión máx. (V)	Tensión mín. (V)	Reserva a Nivel Pozo (m)	Temp. Med. (°C)	Efic. Med. (%)	Coste med. (c€/m3)	Coste Total	Pérdida por Inefic. objetivo 65%
Eq. Medida	Pozo 1	1,495	571,378	393	568,230	128	1,135	1,014	19.4	39.9	64%	5.2	35,405 €	-545 €
Eq. Medida	Pozo 2	1,547	607,977	404	686,620	130	1,114	984	9.2	43.7	65%	5.3	38,191 €	0 €
Eq. Medida	Pozo 3	1,184	222,276	191	260,096	63	1,125	363	22.1	33.3	-	5.1	13,804 €	-
Emb. Viejo	Pozo 1. 400V	1,887	447,029	241	629,619	94	470	424	12.8	50.9	68%	5.4	34,362 €	0 €
Emb. Viejo	Pozo 2. 500 V	2,343	515,208	319	959,833	116	558	498	38.8	58.4	65%	5.6	55,075 €	0 €

- **KPI Agua, Energía y Costes.** Se mostrará un informe gráfico con los siguientes indicadores:
  - Energía diaria con detalle cincominutal. Deberá mostrar la energía solar disponible, producción fotovoltaica y consumo de la instalación, por defecto del día actual, se podrá modificar el día, mes y año.
  - Energía mensual con detalle diario. Deberá mostrar la energía de entrada de la red eléctrica, producción fotovoltaica, energía consumida por la instalación, coste económico del suministro de la red eléctrica y ahorro con la instalación solar fotovoltaica y volumen de agua bombeada. Por defecto mostrará el mes actual con el detalle diario, pudiendo modificar la fecha.
  - Energía anual con detalle mensual. Deberá mostrar la energía de entrada de la red eléctrica, producción fotovoltaica, energía consumida por la instalación, coste económico del suministro de la red eléctrica y ahorro con la instalación solar fotovoltaica y volumen de agua bombeada. Por defecto mostrará el mes actual con el detalle mensual, pudiendo modificar la fecha.

Energía total desde la puesta en funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica, con detalle anual. Deberá mostrar la energía de entrada de la red eléctrica, producción fotovoltaica, energía consumida por la instalación, coste económico del suministro de la red eléctrica y ahorro con la instalación solar fotovoltaica y volumen de agua bombeada. El total será desde la fecha de puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica, con detalle anual. A continuación, se muestra un ejemplo:



- **Funcionamiento de los inversores fotovoltaicos.** Mostrará datos relevantes del funcionamiento de cada inversor fotovoltaico en una determinada fecha que podrá ser modificada:
  - Nombre de la instalación.
  - Número de inversor fotovoltaico.
  - Potencia máxima generada (kW).
  - Eficiencia máxima (%).
  - Temperatura interna máxima (°C).
  - Energía generada (kWh)

A continuación, se muestra un informe tipo:

Nombre Instalación	Equipo	P. máxima (kW)	Eff. Máx. (%)	Temp. Interna máx. (°C)	Energía Generada (kWh)
IFVA 01	Inversor01	110	98,3	42,6	371
IFVA 01	Inversor02	110	98,5	45,5	377
IFVA 01	Inversor03	110	98,5	47,9	394
IFVA 01	Inversor04	110	98,5	49,2	398
IFVA 01	Inversor05	104	98,5	42,3	375
IFVA 01	Inversor06	110	98,4	47,9	409
IFVA 01	Inversor07	110	98,4	41,7	395
IFVA 01	Inversor08	110	98,3	49	391
IFVA 01	Inversor09	107	98,4	50,1	376
IFVA 01	Inversor10	99	98,5	43,6	358
IFVA 01	Inversor11	110	98,4	44,4	379
IFVA 01	Inversor12	98	98,5	40,9	372
IFVA 01	Inversor13	110	98,5	42,2	405
IFVA 01	Inversor14	106	98,4	42,6	388
IFVA 01	Inversor15	108	98,6	42,8	388
IFVA 01	Inversor16	110	98,4	42,5	384
<b>Total</b>		<b>110</b>	<b>98,6</b>	<b>50,1</b>	<b>6.159</b>

- **Costes energéticos facturación.** Debe mostrar los siguientes indicadores obtenidos del contador de la compañía de suministro eléctrico y la configuración de costes energéticos en la plataforma web, por defecto el mes actual, pudiendo modificar la fecha:
  - Para cada periodo tarifario:
    - Potencia contratada (kW).
    - Máxímetro registrado (kW).
    - Coste del término de potencia (€).
    - Costes por excesos de potencia (€).
    - Energía Importada (kWh).
    - Coste del término de energía (€/kWh).
    - Coste energía (€).
    - Coste de energía reactiva inductiva (€) (de Periodo tarifario 1 al 5).
    - Coste teórico energía reactiva capacitiva (€) (de Periodo tarifario 6).
  - Coste Total sin impuestos.
  - Coste Total con impuestos.

Los importes económicos que se muestran se deben corresponder con los del contrato de suministro de la red eléctrica, tanto si son precios fijos como del mercado horario, el sistema debe permitir introducir los datos del contrato con la comercializadora eléctrica. El informe será similar a la siguiente ilustración:

<u>Consumos energéticos. Facturación.</u>					Fecha del informe:		Fecha datos facturación:	
Instalación:					AÑO: [ ] (1) ▾		MES: [ ] (1) ▾	
Pozos								
Costes por término de potencia				Costes por término de energía			Reactiva	Reactiva
P. Contratada (kW)	Maxímetro (kW)	Coste término de potencia	Coste excesos de potencia	Energía Consumida (kWh)	Coste término de energía (€/kWh)	Coste energía	Coste energía reactiva Inductiva	Coste energía reactiva Capacitiva
P1	250	0	204,48 €	0	0	0 €	0,00 €	
P2	250	0	176,67 €	0	0	0 €	0,00 €	
P3	250	184	91,96 €	91,05 €	1.262	0,089391	112,81	0,00 €
P4	250	184	76,23 €	0 €	1.034	0,081464	84,23 €	0,00 €
P5	250	0	16,99 €	0 €	0	0	0 €	0,00 €
P6	1.300	688	53,2 €	99,53 €	2.968	0,068576	203,53 €	203 €
Subtotales:		619,53 €	190,58 €	5.264		400,58 €	0,00 €	203 €
Coste Total Sin Impuestos:							1.210,68 €	
Impuesto sobre electricidad (0,5%):							6,05 €	
<u>Importe total de factura con IVA (21%):</u>							1.472,25 €	
Coste medio del kWh (impuestos no incluidos):							0,230 €/kWh	

Los informes se deben enviar por correo electrónico a los usuarios autorizados con la siguiente periodicidad:

Informe tipo	Periodicidad para el envío por correo electrónico
Previsión del precio horario de la energía	Todos los días, en cuanto se publican los costes.
Funcionamiento de las instalaciones de bombeo	Día 1 de cada mes.
KPI Agua, Energía y Costes	Día 1 de cada mes.
Costes energéticos facturación	Día 1 de cada mes.

La plataforma Web estará basada en la nube, bajo una suscripción anual, ofreciendo:

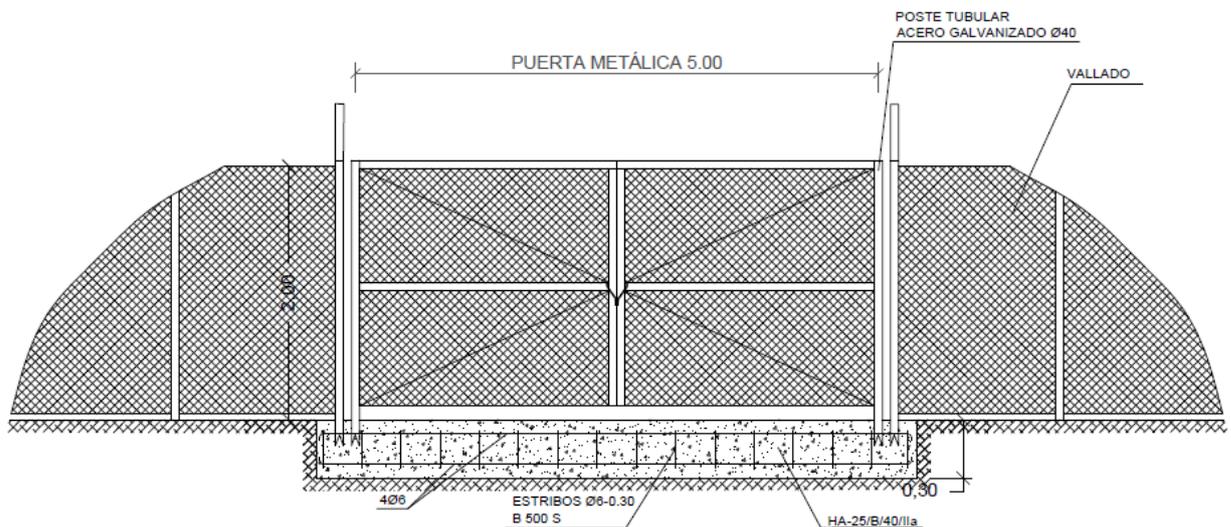
- Soporte técnico avanzado 24h/365d.
- Informes avanzados con análisis de información de los equipos para toma de decisiones.
- Servidor en la nube.
- Actualizaciones del servidor.
- Mejoras y actualizaciones de la plataforma Intages.
- Mantenimiento del servidor.
- Copias de seguridad de los datos enviados por cada equipo instalado.
- Tarjetas SIM para conexión de los equipos de control a internet.

### 6.2.16 Urbanización de la parcela.

La parcela donde se sitúa la instalación FV se cerca mediante un vallado a base malla metálica sobre postes de tubo de acero galvanizado cada 2,5 m y de 2,0 m de altura.



Para el acceso principal, situado en la zona sur de la parcela junto a la carretera, se dispone **una puerta** de cercado de 2 hojas de 2,0 m de altura y 2,5 m de anchura cada hoja realizada en malla metálica y postes de tubo de acero galvanizado.



## 7 MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.

Se establecerá un punto limpio dentro de la obra en la parcela donde se encuentra la instalación FV. En este punto se dispondrá de los correspondientes contenedores para la recogida de los residuos que se generen con las obras (distintos de materiales procedentes de excavaciones y demolición de firmes).

Se llevará a cabo una correcta gestión de todos los residuos que se generen con la obra, tanto de los

procedentes de demoliciones de obras de fábrica y firmes, como volúmenes de tierra sobrantes de excavaciones, envases y embalajes, residuos producidos con procesos constructivos, etc.

Para reducir los niveles de polvo originados por los movimientos de tierras y el tránsito de maquinaria y vehículos, se realizarán barridos y riegos de todos los caminos afectados.

Conforme se vayan terminando las obras, se deberá acondicionar y restituir aquellas parcelas o terrenos que hayan sido ocupados o utilizados para acopios, instalaciones de obra, etc. Para ello se deberán limpiar completamente y retirar todas las instalaciones realizadas.

## **8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

En el Real Decreto 1627/97, de 24-10-97, sobre DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN, se establece la obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud en las obras, clasificando su contenido en Proyecto o Estudio Básico.

Atendiendo a las características de: *mano de obra, plazo de ejecución, trabajos a realizar y presupuesto*, previstos para la obra contemplada en el presente proyecto, se desarrollará un Estudio de Seguridad y Salud que servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales.

## **9 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO.**

En el “**PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES LAS COLLERAS (ALBACETE)**”, se inician los trámites para liberalizar el suelo de cargas arqueológicas, con el fin de definir la afección al patrimonio cultural y arqueológico durante el movimiento de tierras, en la fase de ejecución del proyecto.

Se ha solicitado, en el Servicio de Arqueología de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la Dirección Provincial de Albacete, para realizar la prospección arqueológica, que se tenga acceso a la Carta Arqueológica de Fuente Álamo (Albacete) y la autorización a la citada prospección.

A día de hoy, nos encontramos a la espera de recibir la autorización, por parte del Servicio de Arqueología, para realizar la prospección.

Toda esta información queda recogida en el Anejo nº 5 Estudio arqueológico.

## **10 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

### **10.1 Clasificación del contratista.**

En base a la siguiente legislación:

- Ley 9/20017 de Contratos del Sector Público, publicada en el BOE nº 272 de 09/11/2017.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre y publicado en el B.O.E. nº 257 de 26 de Octubre de 2.001,

que modifica las categorías de los grupos y subgrupos para las clasificaciones.

- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001.

Se propone la siguiente clasificación del contratista atendiendo a los principales grupos y subgrupos de obra, y al importe anualizado de dichos subgrupos de obra.

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORÍA
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Subgrupo 9. Instalaciones eléctricas sin cualificación específica	4

### 10.2 Plazo de ejecución.

Considerando a partir del momento de firma del acta de comprobación del replanteo y con la disponibilidad de todas las autorizaciones pertinentes, el plazo de ejecución considerado como necesario y suficiente para la terminación de las obras contempladas en el presente Proyecto es de **doce (12)** meses.

### 10.3 Plan de obra.

En el presente apartado se realiza una estimación de la programación de la ejecución del Proyecto para lo cual se realiza un diagrama de Gantt. La división del Proyecto en tareas, se ha hecho siguiendo la misma estructura que se utiliza en el presupuesto. La duración de las tareas se ha establecido según las mediciones realizadas en Proyecto y los rendimientos establecidos para las mismas.

En la siguiente figura se muestra el Diagrama de Gantt, que es la representación gráfica del Plan de Obras previsto para la ejecución del Presente Proyecto. Se ha confeccionado con la distribución por capítulos del presupuesto.

			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
COLLERAS_23	239 días	991.097,66 €												
Instalación FV Ribazas	104 días	394.795,99 €												
Instalación FV Coticco	110 días	514.335,77 €												
Gestión de residuos	239 días	9.067,10 €												
Seguridad y salud laboral	239 días	20.615,08 €												
Medidas ambientales	54 días	50.597,65 €												
Señalización PRTR	2 días	1.686,07 €												
Importe certificación parcial			79.279,60	78.436,56	78.436,56	78.436,56	78.436,56	89.510,88	100.205,58	100.205,58	100.205,58	100.205,58	100.205,58	7.533,02
Importe certificación origen			79.279,60	157.716,16	236.152,73	314.589,29	393.025,86	482.536,74	582.742,32	682.947,90	783.153,48	883.359,06	983.564,64	991.097,66

## 11 DECLARACIÓN RESPONSABLE.

Los proyectos que se encuentren incluidos en alguna de las excepciones señaladas en el artículo 4 del Real Decreto 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio que indica:

*“1. Cuando en aplicación de la normativa sobre contratación pública, alguno de los trabajos previstos en el artículo 2 sea objeto de informe de la oficina de supervisión de proyectos, u órgano equivalente, de la Administración Pública competente, no será necesaria la previa obtención del visado colegial. Dicho informe bastará a efectos del cumplimiento de la obligación de obtención del visado colegial.*

2. Asimismo, las Administraciones Públicas contratantes podrán eximir de la obligación de visado a los trabajos objeto de un contrato del sector público que no se encuentren en el supuesto del apartado anterior, cuando a través de sus procesos de contratación, de conformidad con las normas que los regulan, realicen la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y de la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.”

Al tratarse este caso de una de las excepciones contempladas anteriormente se expone que:

- Nombre..... César González Pavón
- DNI ..... 53259270X
- Titulación ..... Dr. Ingeniero Agrónomo
- Colegio Profesional ..... Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante
- Nº de colegiado ..... 4603580
- Email..... [cesagonpa@gmail.com](mailto:cesagonpa@gmail.com) / [csagonpa@fis.upv.es](mailto:csagonpa@fis.upv.es)

Declaro bajo mi responsabilidad que:

- Poseo la titulación señalada en el apartado anterior.
- De acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación, tengo competencia para la redacción y firma del proyecto técnico denominado “*PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES LAS COLLERAS (ALBACETE)*”
- No estoy inhabilitado, ni administrativa, ni judicialmente para la redacción y firma de dicho proyecto.
- Cumpló con los requisitos legales para el ejercicio de la profesión.

Y para que conste y surta a los efectos oportunos, se expide y firma la presente declaración responsable la veracidad de los datos e información anteriores.

## 12 DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PRESENTE PROYECTO.

### Documento Nº 1: MEMORIA

- Anejo Nº 1 ..... Listado de Parcelas y Sup. Afectadas
- Anejo Nº 2 ..... Ficha Técnica
- Anejo Nº 3 ..... Climatología
- Anejo Nº 4 ..... Estudio Agronómico
- Anejo Nº 5 ..... Estudio Arqueológico

- Anejo N° 6 ..... Estudio Geotécnico
- Anejo N° 7 ..... Levantamiento Topográfico
- Anejo N° 8 ..... Estudio Alternativas FV Ribazas
- Anejo N° 9 ..... Estudio Alternativas FV Cótico
- Anejo N° 10 ..... Cálculo FV Ribazas
- Anejo N° 11 ..... Cálculo FV Cótico
- Anejo N° 12 ..... Estructura FV
- Anejo N° 13 ..... Gestión de Residuos
- Anejo N° 14 ..... Plan de Obras
- Anejo N° 15 ..... Justificación de Precios
- Anejo N° 16 ..... Control de Calidad
- Anejo N° 17 ..... Viabilidad Económica
- Anejo N° 18 ..... Documentación Ambiental
- Anejo N° 19 ..... Documento PRTR
- Anejo N° 20 ..... Expropiaciones y Servidumbres
- Anejo N° 21 ..... Puesta en Marcha

## Documento N° 2: PLANOS

- Plano N° 1 ..... Situación
- Plano N° 2 ..... Emplazamiento
- Plano N° 3 ..... Planta general de actuaciones
- Plano N° ..... Instalación FV Cótico
  - 4.1..... Emplazamiento
  - 4.2..... Elementos principales
  - 4.3..... Instal. eléctrica CC. Strings a inversores
  - 4.4.1..... Instalación eléctrica CA inversores a CP
  - 4.4.2..... Instalación eléctrica CA CP a CP existente
  - 4.5..... Agrupación de strings en inversores
  - 4.6..... Esquema unifilar CC
  - 4.7..... Esquema unifilar CA
  - 4.8..... Detalle conexión de módulos

- 4.9.....Estructura portante
- 4.10.....Planta de replanteo
- 4.11.....Instalación vigilancia. Planta de replanteo
- 4.12.1..... Zanja tipo
- 4.12.2.....Tipología de zanjas
- 4.13.1..... Instalación toma de tierra
- 4.13.2..... Detalle toma de tierra
- 4.14.1..... Topográfico Inicial
- 4.14.2..... Topográfico final
- 4.14.3..... Planta perfiles transversales
- 4.14.4..... Perfiles transversales
- 4.14.5..... Instal. eléctrica, CA. Planta de Replanteo
- 4.15.1..... Instalación auxiliar
- 4.15.2..... Instalación auxiliar. Esquema unifilar CA.
- 4.16.....Caseta inversores
- 4.17.....Detalle vallado
- 4.18.1..... Arquetas
- 4.18.2..... Arquetas
- 4.19.....Gestión de residuos
- 4.20.....Cámaras
- 4.21.....Esquema funcionamiento automatismo
- Plano N° .....Instalación FV Ribazas
  - 5.1.....Emplazamiento
  - 5.2.....Elementos principales
  - 5.3.....Instal. eléctrica CC. Strings a inversores
  - 5.4.1.....Instalación eléctrica CA inversores a CP
  - 5.4.2 .....Instalación eléctrica CA CP a CP existente
  - 5.5.....Agrupación de strings en inversores
  - 5.6.....Esquema unifilar CC
  - 5.7.....Esquema unifilar CA

- 5.8.....Detalle conexión de módulos
- 5.9.....Estructura portante
- 5.10.....Planta de replanteo
- 5.11.....Instalación vigilancia
- 5.12.1.....Zanja tipo
- 5.12.2.....Tipología de zanjas
- 5.13.1 .....Instalación toma de tierra
- 5.13.2.....Detalle toma de tierra
- 5.14.1..... Topográfico inicial
- 5.14.2..... Topográfico final
- 5.14.3..... Planta perfiles transversales
- 5.14.4..... Perfiles Transversales
- 5.14.5..... Bases de replanteo
- 5.15.....Instalación auxiliar. Esquema unifilar CA.
- 5.16.....Caseta inversores
- 5.17.....Detalle vallado
- 5.18.1.....Arquetas
- 5.18.2..... Arquetas
- 5.19.....Gestión de residuos
- 5.20.....Cámaras
- 5.21.....Esquema funcionamiento automatismo

### **Documento Nº 3: PLIEGOS DE PRESCRIPCIONES**

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Instalaciones eléctricas y fotovoltaicas.

### **Documento Nº 4: PRESUPUESTO**

- Mediciones
- Cuadros de precios 1 y 2
- Presupuestos parciales

- Presupuestos generales

## Documento Nº 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- .....Memoria
- Planos
- Pliegos de prescripciones
- Presupuesto

### 13 PRESUPUESTO.

#### 13.1 Presupuesto por capítulos.

Clave/Código	Descripción	Importe (€)
1	Instalación FV Ribazas	394.795,99
2	Instalación FV Coticó	514.335,77
3	Gestión de residuos	9.067,10
4	Seguridad y salud laboral	20.615,08
5	Medidas ambientales	50.597,65
6	Señalización PRTR	1.686,07
<b>Presupuesto de Ejecución Material (PEM)</b>		<b>991.097,66</b>
<i>Gastos generales (13%)</i>		128.842,70
<i>Beneficio industrial (6%)</i>		59.465,86
SUMA DE G.G Y B.I		188.308,56
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (sin IVA)</b>		<b>1.179.406,22</b>
<i>I.V.A. (21%)</i>		247.675,31
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>		<b>1.427.081,53</b>

#### 13.2 Resumen del presupuesto.

El Presupuesto de Ejecución Material de las obras que conforman el presente Proyecto, asciende a la cantidad de **NOVECIENTOS NOVENTA Y UN MIL NOVENTA Y SIETE euros con SESENTA Y SEIS céntimos** (991.097,66 €).

Aplicando:

<i>Gastos generales (13 %)</i>	128.842,70 €
<i>Beneficio industrial (6 %)</i>	59.465,86 €

El Presupuesto base de licitación sin IVA de las obras que conforman el presente Proyecto, asciende a la cantidad de **UN MILLÓN CIENTO SETENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS SEIS euros con VEINTIDÓS céntimos** (1.179.406,22 €).

Aplicando:

I.V.A. (21 %)

247.675,31 €

El Presupuesto base de licitación de las obras que conforman el presente Proyecto, asciende a la cantidad de **UN MILLÓN CUATROCIENTOS VEINTISIETE MIL OCHENTA Y UN euros con CINCUENTA Y TRES céntimos** (1.427.081,53 €).

## 14 CONSIDERACIONES FINALES.

### 14.1 Obra completa.

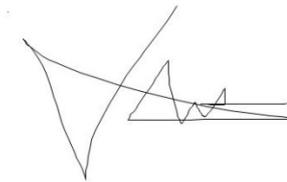
De acuerdo con lo indicado en la Legislación de Contratos de las Administraciones Públicas, **se hace constar explícitamente que las obras comprendidas en el presente Proyecto constituyen una obra completa**, puede ser entregada al uso general inmediatamente después de terminada.

Además, con la documentación aportada queda justificado que el proyecto se ajusta y comprende obras completas según el articulado del Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

### 14.2 Conclusión.

Consideramos que con los documentos reseñados se completa la descripción y valoración de las obras y que éstas pueden ser ejecutadas conforme al presente Proyecto.

*Valencia, abril 2023*



*PROYECTISTA*

**César González Pavón**

*Dr. Ingeniero Agrónomo*