QUALITAS-OSI
PAISAJE • AGUA • MEDIO AMBIENTE

C/ Miguel Adlert Noguerol, nº 9
46.980-Paterna (Valencia)
Tf: 96 365 77 77 ; Fax: 96 137 20 01
http://www.qualitas-osi.com
e-mail: info@qualitas-osi.com

Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural
Europa invierte en las zonas rurales

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

PNDR
Programa Nacional de Desarrollo Rural 2014-2020

PROYECTO:

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LOS REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LLÍRIA. CANAL PRINCIPAL DEL CAMP DEL TURIA (VALENCIA). INSTALACIÓN DE UNA RED DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN PARA ABASTECER A LOS CABEZALES DE RIEGO DESDE EL POZO DIVINA PROVIDENCIA.

DOCUMENTO Nº1

ANEJO A LA MEMORIA

ANEJO Nº11

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

PROMOTOR: SEIASA – Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias

PROYECTISTA: JOSE MANUEL VILA GOMEZ
Ingeniero Agrónomo.

FECHA: ENERO - 2021

ÍNDICE

1.- OBJETO DEL PROYECTO 3
2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA INSTALACIÓN 3
3.- ALCANCE DEL PROYECTO 5
4.- EMPLAZAMIENTO Y USO ACTUAL 7
5.- ANTECEDENTES 7
6.- NORMATIVA APLICABLE 8
7.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS URBANÍSTICAS 9
8.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE IMPACTO AMBIENTAL 9
9.- AFECCIONES 11
9.1.- MEDIO AMBIENTE 11
9.2.- PLAN GENERAL DE MARINES 11
10.- MARCO REGULATORIO ESPECÍFICO 12
10.1.- REAL DECRETO 244/2019, DE 5 DE ABRIL 12
10.2.- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN. ITC-BT-40 13
11.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO 14
11.1.- JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA 14
11.1.1 Alternativa 1. Instalación FV Aislada de la Red Eléctrica 14
11.1.2 Alternativa 2. Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo CON Excedentes 16
11.1.3 Alternativa 3. Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo SIN Excedentes 17
11.1.4 Alternativa 4. Alimentación desde la Red Eléctrica 17
11.1.5 Alternativa 5. Alimentación con grupo Diesel 17
11.2.- SOLUCIÓN ADOPTADA Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO 18
11.2.1 Principio de Funcionamiento 19
11.2.2 Cálculo de la Potencia Óptima del generador 20
12.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 22
12.1.- ASPECTOS GENERALES 23

12.1.1.- Emplazamiento de la instalación 23

12.2.- CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO 24

12.3.- GENERADOR FOTOVOLTAICO 25

12.4.- INVERSOR 26

12.5.- SISTEMA DE VERTIDO CERO 27

12.6.- VARIADOR DE FRECUENCIA 27

12.7.- SISTEMA DE CONTROL 28

12.8.- SISTEMA DE MONITORIZACIÓN 30

12.9.- CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA 30

12.10.- POTENCIA DE DISEÑO 31

12.10.1.- Potencia de diseño DC 31

12.10.2.- Potencia de diseño AC 33

12.11.- CABLEADO 33

12.11.1.- Instalación de Corriente Continua DC 33

12.11.2.- Instalación Corriente Alterna AC 36

12.12.- PROTECCIONES 37

12.12.1.- Sobreintensidades (Sobrecargas y Cortocircuitos) y Sobretensiones 37

12.12.2.- Contactos Directos e Indirectos 40

12.13.- INSTALACIÓN DE CONEXIÓN A TIERRA 41

13.- SISTEMA ESTRUCTURAL GENERADOR FOTOVOLTAICO 42

13.1.- DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA FIJA 42

13.2.- CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA 43

14.- BALANCE ENERGÉTICO 44

14.1.- DATOS DE RADIACIÓN Y TEMPERATURA AMBIENTE 44

14.2.- BALANCE AUTOCONSUMO 45

14.3.- ESQUEMA DE FLUJOS DE ENERGÍA 46

1.- OBJETO DEL PROYECTO

Tiene por objeto el presente proyecto el diseño de la Instalación de **AUTOCONSUMO** Fotovoltaico en Baja Tensión **SIN EXCEDENTES** para alimentar las cargas que la Comunidad de Regantes de Lliria Sectores IV a VII tiene en su edificio de bombeo Divina Providencia.

La conexión de la instalación fotovoltaica propuesta se realiza en la red interior de Baja Tensión e incluye un **SISTEMA ANTI-VERTIDO**. La Instalación fotovoltaica, con una potencia de generación total de 300 kW, se compone de un generador FV, un conjunto de inversores y un sistema antivertido conectado en la red interior de Baja Tensión del Edificio de Bombeo Pozo Divina Providencia

La Instalación Fotovoltaica Propuesta se clasifica como:

- Instalación de Autoconsumo **SIN EXCEDENTES**.
- Potencia de Generación **300 kW**
- Conexión en la red Interior de Baja Tensión con **SISTEMA ANTI-VERTIDO**.
- Punto de Conexión Suministro en **MT (20 kV)**

2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Según el REBT en su ITC-BT 40, la instalación se clasifica como Instalación GENERADORA INTERCONECTADA, ya que trabaja en paralelo con la Red de Distribución Pública (Tipo c2: Instalación Generadora Interconectada, con punto de conexión en la red de distribución de Alta Tensión mediante un transformador elevador de tensión, que no tiene otras redes de distribución de baja tensión que alimentan cargas ajenas, conectadas a él).

La instalación de Autoconsumo Propuesta se clasifica como:

- Instalación de Autoconsumo **SIN EXCEDENTES**
- Potencia de Generación **300 kW**
- Conexión en la red Interior de Baja Tensión con **SISTEMA ANTI-VERTIDO**.
- Punto de Conexión Suministro en **MT (20 kV)**

Trámites Administrativos	SI	NO	Observaciones
Autorización Administrativa Previa			Autoconsumo sin Excedentes
Permisos de Acceso y Conexión a la Red			Autoconsumo sin Excedentes
Declaración de Interés Comunitario (DIC)			Informe Previo Industria y Energía
Evaluación Impacto Ambiental			
Estimación Impacto Ambiental			

Será de aplicación la **Ley 5/2014 de julio de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP)** que señala respecto a la ordenación de usos y aprovechamientos en suelo no urbanizable, permitiendo la generación de energía renovable. Asimismo, la parcela donde se ubica el generador fotovoltaico es compatible con la instalación fotovoltaica según lo indicado en el RDL 14/2020 de 7 de julio, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables.

La instalación a la que hace referencia el presente proyecto está acogida a la modalidad de autoconsumo sin excedentes, por tanto, según el Decreto Ley 14/2020, de 7 de agosto, **NO REQUIERE de autorización administrativa previa** para su construcción.

Por ser una instalación acogida a la modalidad de autoconsumo sin excedentes según el Real Decreto-Ley del 15/2018, del 5 de octubre, y el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, estará **exenta de obtener permisos de acceso y conexión a la red de distribución.**

La instalación fotovoltaica a la que hace referencia el presente proyecto se clasifica como instalación generadora de energía renovable destinada a autoconsumo. Por tanto, tal y como se especifica en la Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat (Artículo 202, apartado 4.a.2), **no es necesario la Declaración de Interés Comunitario previo informe de la Conselleria competente en materia de energía.**

Para la emisión de los permisos correspondientes se solicita que se contemplen los siguientes aspectos:

- El promotor, Comunidad de Regantes de Lliria Sectores IV a VII, es una Corporación de Derecho Público, adscrita a la Confederación Hidrográfica del Júcar, y como tal tiene plena capacidad jurídica y capacidad de obrar.

- El titular de la instalación, Comunidad de Regantes de Lliria Sectores IV a VII es la propietaria de las Parcelas donde se ubica el generador.

- Las parcelas se ubican en suelo No Urbanizable Común sin condicionantes para la implantación de una instalación fotovoltaica.

  Es una instalación generadora de energía destinada al autoconsumo artículo 202, apartado 4.a.2 de la Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat.

- La instalación fotovoltaica está afecta al uso actual de Riego, ya que se diseña para la alimentación de las bombas del Pozo

Puesta en Marcha	SI	NO	Observaciones
Inspección Inicial OCA			
Registro Administrativo Autoconsumo			Autoconsumo sin Excedentes

Al tratarse de una instalación de generación de más de 10 kW de potencia nominal, se **requiere proyecto**, tal y como se indica en el REBT ITC-BT-04. Asimismo, al ser una instalación generadora de más de 25 kW, con el generador instalado en un local mojado, la instalación eléctrica a la que hace referencia el presente proyecto **REQUIERE de inspección inicial, (periódica cada 5 años)** para su tramitación y puesta en marcha.

La instalación debe ser ejecutada por un Instalador Autorizado, y al finalizar la misma, éste debe entregar el **Certificado de la Instalación Eléctrica** para su registro en la Delegación Territorial de Energía, junto con el Proyecto de la instalación.

Al tratarse de una instalación de Autoconsumo sin excedentes (sin posibilidad de inyección de energía a la Red de Distribución), solamente existe un sujeto desde el punto de vista de la ordenación del suministro, el sujeto consumidor. Por tanto, en este caso la instalación de producción **NO debe inscribirse en el Registro Administrativo de Instalaciones de producción de energía eléctrica**.

Funcionamiento	SI	NO	Observaciones
Inspección Periódica OCA			Cada 5 años
Revisión Instalación			Cada 3 años. Técnico Competente

Tal y como especifica el RD 1955/2000 1699/2011, la instalación **deberá ser revisadas**, al menos **cada tres años**, por técnicos titulados, libremente designados por el titular de la instalación. Los profesionales que las revisen estarán obligados a elaborar un informe en el que se consigne y certifique expresamente los datos de los reconocimientos. En ellos, además, se especificará el cumplimiento de las condiciones reglamentarias o, alternativamente, la propuesta de las medidas correctoras necesarias. **Los citados informes se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Administración competente.**

3.- ALCANCE DEL PROYECTO

La instalación eléctrica está compuesta de un generador fotovoltaico de 343,98 kWp que alimentan unos inversores de conexión a red con kit de vertido cero, con salida trifásica en Baja Tensión (BT) de 400 V con una potencia nominal total de 300 kW, y la conexión al Cuadro de Protección Principal de la Instalación Interior. Los componentes principales de la instalación son:

- Generador Fotovoltaico (343,98 kWp)
- Estructura estática en suelo de 15º de inclinación
- Inversores Trifásicos con kit de Vertido cero
- Red de Tierras.
- Cableado eléctrico
- Variador de Frecuencia (Alimentación 1 Bomba sondeo Divina Providencia)
- Cuadro de Control

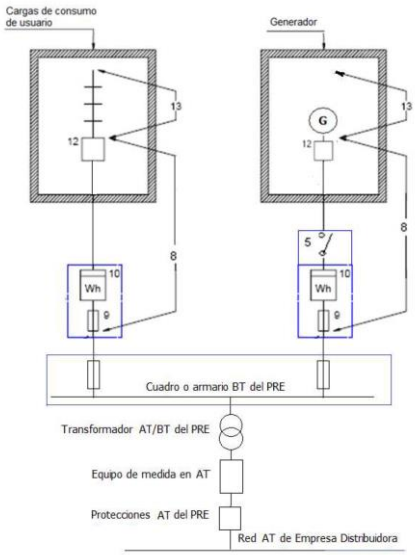
Más concretamente se incluye dentro del alcance del presente proyecto:

- (GEN) - Equipo Generador-Inversor: Red de distribución interior desde el generador FV hasta la entrada de los Dispositivos de mando y Protección Interiores (DPI) de la instalación fotovoltaica. Comprende los cuadros de Protección DC del Generador situados en el interior del inversor.

- (DPI). Dispositivos de mando y Protección Interiores del cuadro de Protección AC de la instalación fotovoltaica (Salida del Inversor). Comprende las protecciones AC.

- (TCP) – Tramo de Conexión Privada: Red de distribución interior desde los DPI hasta el conexionado en la Derivación Individual.

- Red de Tierras.



Leyenda para instalaciones receptoras	*Leyenda para instalaciones generadoras*
1 Red de distribución *2 Acometida* *3 Caja general de protección (CGP)* *4 Línea general de alimentación (LGA)* *5 Interruptor general de maniobra (IGM)* *6 Caja de derivación* *7 Centralización de contadores (CC)* *8 Derivación individual (DI)* *9 Fusible de seguridad* *10 Contador* *11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)* *12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).* *13 Instalación interior* *14 Conjunto de protección y medida (CMP)*	*1 Red de distribución* *2 Acometida* *3 Caja General de Protección (CGP)* *4 Línea General de conexión (LGC)* *5 Interruptor general de maniobra (IGM)* *6 Caja de derivación* *7 Centralización de contadores (CC)* *8 Línea Individual del generador (LIG)* *9 Fusible de seguridad* *10 Contador* *11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)* *12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)* *13 Equipo generador-inversor (GEN)* *14 Conjunto de protección y medida (CMP)* *15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo* *16 Tramo de la conexión privada (TCP)*

En el caso del proyecto, existe un único contador bidireccional en AT. No se disponen de equipos de medidas individuales para la generación y el consumo. Asimismo, la instalación cuenta con un equipo de Vertido Cero homologado que impide la inyección de corriente a la red.

4.- EMPLAZAMIENTO Y USO ACTUAL

En los planos 6.1, 6.2 y 6.3 se emplazan los elementos principales de la instalación fotovoltaica.

5.- ANTECEDENTES

La CRR de Lliria posee una superficie 7.721 ha y una dotación de 42 Hm³/año, de los cuales 20 Hm³/año son aportados de pozos que están repartidos por su zona regable. Entre estos pozos se encuentran el de Divina Providencia

Actualmente el Pozo de Divina Providencia está compuesto por 2 sondeos (D.P 1 y D.P 2). Ambos sondeos están equipados.

En el presente proyecto se cambia el equipamiento del Sondeo 2, o Divina Providencia 2. El sondeo 1. D.P.1 queda con la bomba actual. El cambio de la bomba se justificad para seleccionar un grupo moto-bomba que aproveche al máximo la producción de la instalación fotovoltaica de autoconsumo. Adicionalmente el grupo actual presenta problemas de aislamientos, pérdidas de rendimiento y se encuentra al final de su vida útil.

En el presente proyecto, se equipa el sondeo D.P.2 con una bomba sumergible de 215 kW para bombear agua directamente a la Red de Riego Principal, y se diseña una instalación fotovoltaica de autoconsumo, con objeto de disminuir el coste energético del bombeo, y no tener que aumentar la Potencia Nominal del CT Particular existente.

6.- NORMATIVA APLICABLE

A continuación se enumera, de forma no exhaustiva, la normativa de aplicación:

- Reglamento electrotécnico para baja tensión según el RD 842/2002, de 2 de agosto.

- 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.

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

- 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 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-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

COMUNIDAD VALENCIANA

- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunidad Valenciana.
- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental.

- Decreto Ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica
- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.
- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales.

- Normas UNE de aplicación.

    - Norma UNE 157701:2006, especialmente su anexo A, sobre estructura de un proyecto de instalación eléctrica de Baja Tensión.

    - Norma UNE-HD 60364-7-712. Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV)

7.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS URBANÍSTICAS

La Instalación Fotovoltaica diseñada no persigue la producción de energía mediante una Planta o Instalación de energía renovable fotovoltaica para su venta, sino la alimentación de las cargas eléctricas asociadas al Bombeo Divina Providencia. Asimismo, se trata de una instalación fotovoltaica de Autoconsumo SIN EXCEDENTES, por lo que entra dentro del ámbito de aplicación del art. 202.4.a.2 de la Ley 5/2014, por lo que **NO es necesaria la solicitud de una Declaración de Interés Comunitario (DIC)** para la instalación a la que hace referencia el presente proyecto.

Por otro lado, y en cumplimiento del PGOU de Marines, el vallado de la parcela del generador se retranquea 3 m desde el borde del camino.

8.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE IMPACTO AMBIENTAL

Tal y como se especifica en el Decreto 162/1990 de Impacto Ambiental, No es necesario la Evaluación de Impacto Ambiental o Estimación de Impacto Ambiental, tal y como se argumenta a continuación:

- La Instalación de energía solar fotovoltaica tiene como objeto proporcionar la alimentación eléctrica al sistema de Riego, por lo que se considera que no existe cambio de uso del suelo, ya que el Riego ya está autorizado y la Instalación fotovoltaica está afecta a este uso.

- El presente proyecto NO está incluido en el Anexo II, grupo 4ª.1° de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental.

- El presente proyecto NO está incluido en el Anexo II, apartado 2 del Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental, por el que se especifican las actividades sujetas a Estimación de Impacto Ambiental.

Por tanto, consideramos que para la instalación fotovoltaica **no es necesaria la Evaluación de Impacto Ambiental o Estimación de Evaluación Ambiental**, según el Decreto 162/1990 del Consell de la Generalitat Valenciana.

9.- AFECCIONES

9.1.- MEDIO AMBIENTE

Calificación	SI	NO	Observaciones
Zona PATFOR de la Comunidad Valenciana			Terreno no urbanizable uso agrícola

Calificación	SI	NO	Observaciones
Espacios Protegidos (Espacios y parques naturales)			No afecta Espacios Naturales

Calificación	SI	NO	Observaciones
Lugar de Interés Comunitario (LIC)			No presencia LICs

Calificación	SI	NO	Observaciones
Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA)			

9.2.- PLAN GENERAL DE MARINES

Según el Plan General de Marines, la calificación de las parcelas a las que hacen referencia el presente proyecto se muestra a continuación:

Campo	Valor
Tipo de Suelo	No Urbanizable - Común
Zonificación	Zona Rural Común Agropecuaria

10.- MARCO REGULATORIO ESPECÍFICO

10.1.- REAL DECRETO 244/2019, DE 5 DE ABRIL

El Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, establece en su artículo las modalidades de autoconsumo:

a) Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes. Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1. a) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades se deberá instalar un mecanismo anti-vertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte y distribución. En este caso existirá un único tipo de sujeto de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que será el sujeto consumidor.

b) Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes. Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.b) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo podrán, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que serán el sujeto consumidor y el productor.

La modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, se divide en:

a) Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenecerán a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

   I. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.

   II. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.

   III. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.

   IV. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.

   V. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.

b) Modalidad con excedentes no acogida a compensación: Pertenecerán a esta modalidad, todos aquellos casos de autoconsumo con excedentes que no cumplan con alguno de los requisitos para pertenecer a la modalidad con excedentes acogida a compensación o que voluntariamente opten por no acogerse a dicha modalidad.

En relación con las instalaciones de generación, de acuerdo con lo previsto en la disposición adicional segunda del Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores:

I. Las instalaciones de generación de los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo sin excedentes, estarán exentas de obtener permisos de acceso y conexión.

II. En las modalidades de autoconsumo con excedentes, las instalaciones de producción de potencia igual o inferior a 15 kW que se ubiquen en suelo urbanizado que cuente con las dotaciones y servicios requeridos por la legislación urbanística, estarán exentas de obtener permisos de acceso y conexión.

III. En las modalidades de autoconsumo con excedentes, los sujetos productores a los que no les sea de aplicación lo dispuesto en el apartado II anterior, deberán disponer de sus correspondientes permisos de acceso y conexión por cada una de las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo de las que sean titulares.

Las instalaciones de generación de los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo sin excedentes, estarán exentas de obtener permisos de acceso y conexión.

10.2.- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN. ITC-BT-40

Los sistemas para evitar el vertido de energía a la red pueden basarse en dos principios de funcionamiento distintos:

1. Evitar el vertido a la red mediante un elemento de corte o de limitación de corriente. La opción de corte permite utilizar sistemas de generación sin capacidad de regulación de la energía generada solo en el caso de instalaciones generadoras que no sean fotovoltaicas. Para evitar el vertido de energía a la red, deben disponer de sistemas de medida de la potencia intercambiada con ésta, situados aguas arriba de la instalación generadora y de las cargas, que habiliten la desconexión de la generación de la red o la regulación de los sistemas de generación.

2. Regulación del intercambio de potencia actuando sobre el sistema de generación-consumo. Este tipo de sistemas se basan en un elemento de control que ajuste el balance generación-consumo, evitando el vertido de energía a la red. Esto puede realizarse mediante control de las cargas, de la generación, o por el almacenamiento de energía, u otros medios.

11.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO

Para la alimentación de la nueva bomba del sondeo D.P.2 (215 kW), se plantea una instalación fotovoltaica con objeto de minimizar el coste de operación en la extracción de agua, reducir las emisiones de CO2 asociadas a la extracción de agua y aumentar el caudal disponible en la Red de Riego.

La solución de alimentación fotovoltaica es la adecuada en este caso, ya que el suministro eléctrico asociado al Pozo, no dispone de potencia suficiente para alimentar las bombas actuales por lo que se requiere de una fuente de energía adicional a la Red Eléctrica. No se plantea la opción de alimentar la bomba con un grupo diésel por su alto impacto económico en la operación, y medioambiental. Además se justifica por el ahorro energético frente al consumo directo de la red.

11.1.- JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se realiza un análisis de las diferentes alternativas para la alimentación de la nueva bomba a instalar en el Sondeo D.P.2

- Alternativa 1. Instalación Fotovoltaica Aislada de la Red Eléctrica
- Alternativa 2. Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo CON Excedentes
- Alternativa 3. Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo SIN Excedentes
- Alternativa 4. Alimentación desde la Red Eléctrica
- Alternativa 5. Alimentación con grupo Diésel.

A continuación, se detallan las diferentes alternativas analizadas.

11.1.1 Alternativa 1. Instalación FV Aislada de la Red Eléctrica

Esta alternativa contempla la alimentación directa desde el sistema fotovoltaico, a través de una Armario de Bombeo aislado de la Red Eléctrica, de la bomba de 215 kW del sondeo D.P.2. Por tanto, no existe posibilidad de alimentar la bomba desde la Red.

Tal y como se ha definido en los anejos hidráulicos, el punto de funcionamiento de la bomba se establece en Hm = 140 m y un caudal de Q = 6.000 l/m.

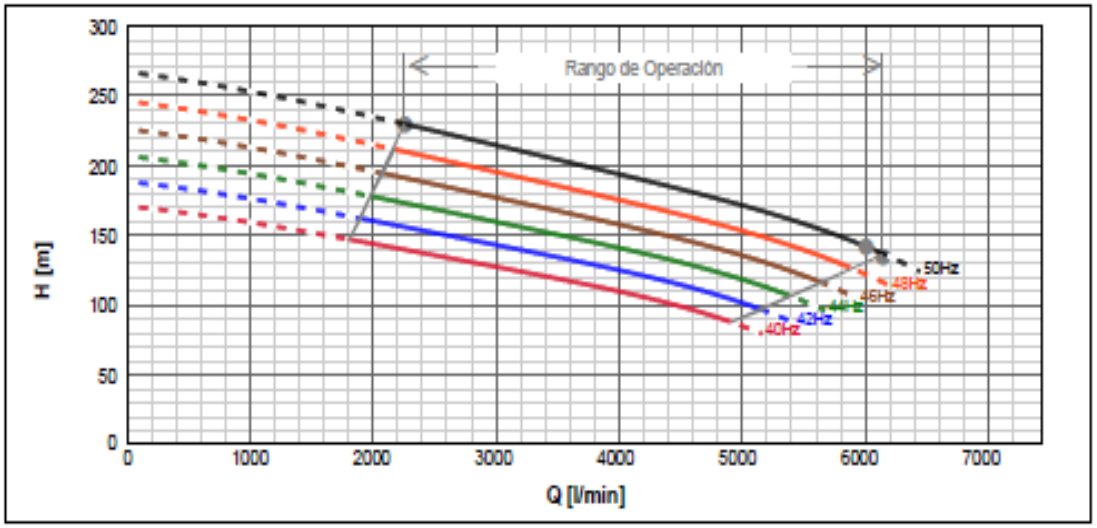
Para este punto de funcionamiento, y la bomba seleccionada INDAR UGP-1040-7 de 7 etapas, o similar, se obtienen los diferentes puntos de trabajo a frecuencia variable. Se adjuntan gráficas del fabricante para tener en cuenta los rangos de trabajo. La bomba definitivamente seleccionada deberá incluir como mínimo esos rangos posibles.

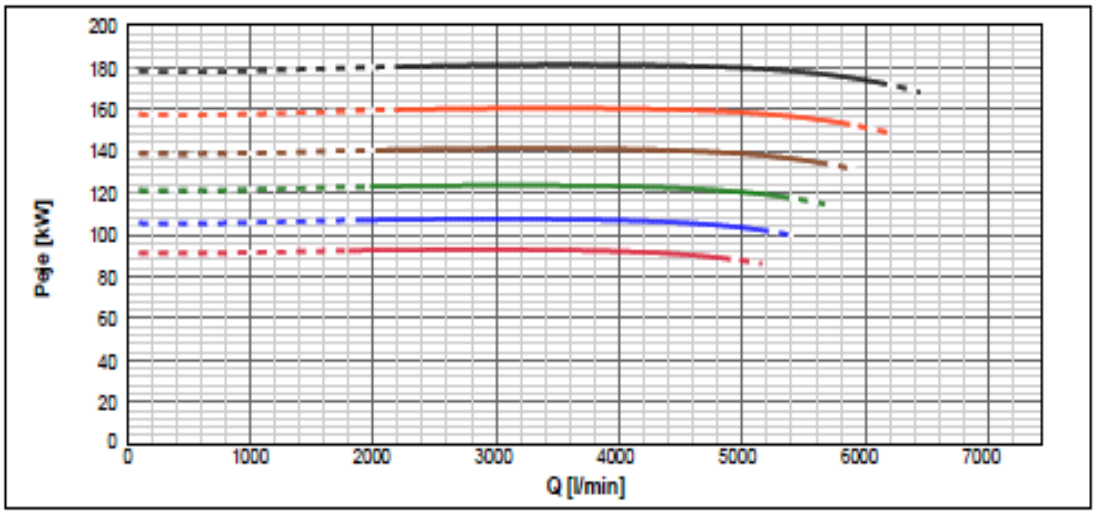
50Hz
40Hz
42Hz
44Hz
46Hz
48Hz

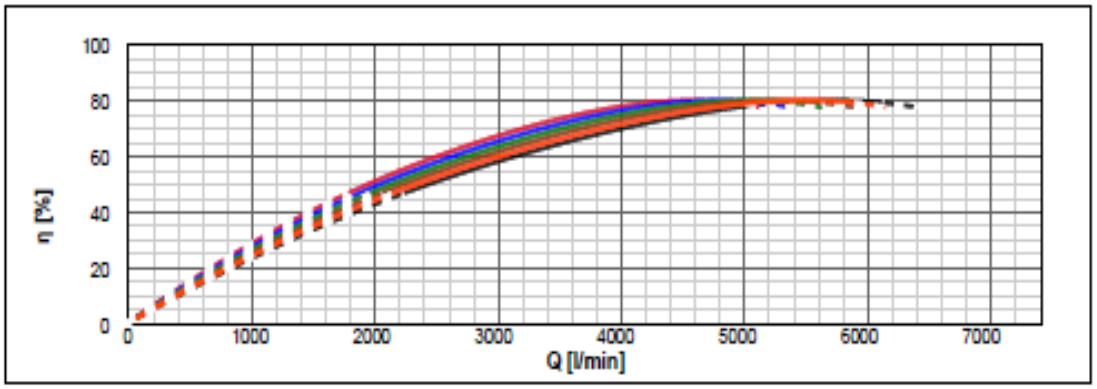
Fecha: 10/06/2021

Multifrecuencia

Curvas Características **UGP-1040-07**

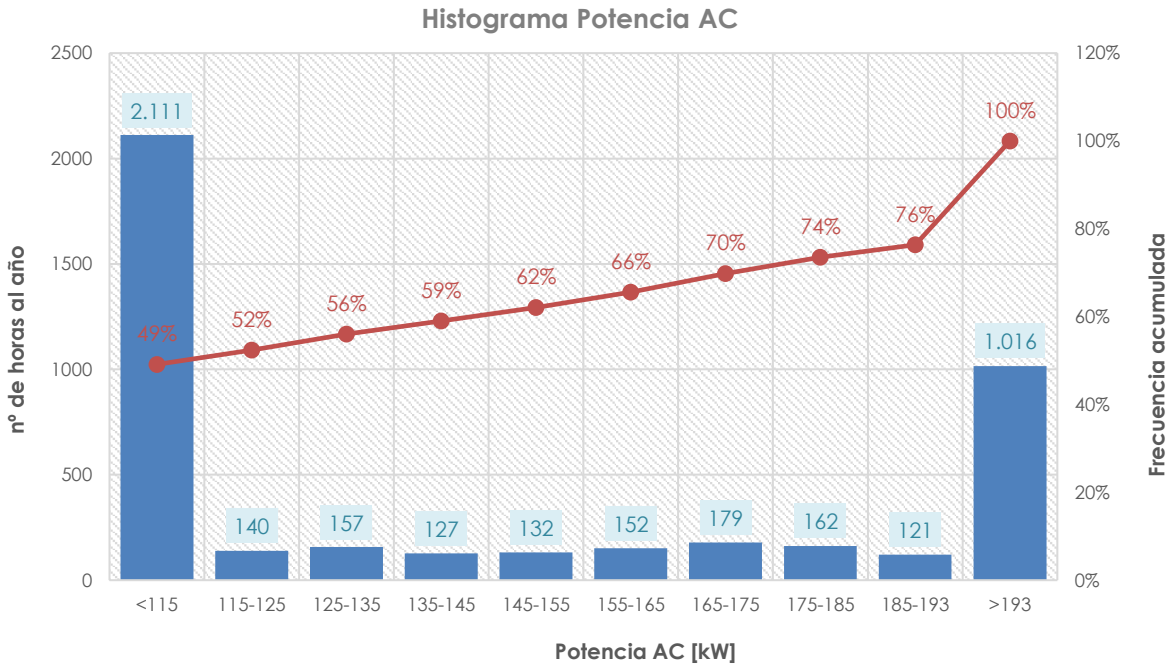






Por tanto, en este caso, la bomba puede funcionar en un rango de frecuencias de 40 a 50 Hz, lo que equivale a una potencia P1 de 115 a 193 kW. Esto significa que cuando la instalación FV produzca una potencia inferior de 115 kW no se podrá bombear, y cuando tenga una potencia superior a 193 kW estará limitada a 193 kW.

Si analizamos el histograma de Potencia generada por una instalación de 300 kW y 343,98 kWp, observamos que cerca del 50% del tiempo la instalación está por debajo del límite inferior, y cerca de una 25% la instalación está limitada.



Si trasladamos los porcentajes de tiempo a energía, los resultados serían los siguientes:

- Energía máxima generada sin limitación 520.097 kWh
- Energía no utilizada (límite inferior o superior) 142.438 kWh
- Energía útil para el bombeo 377.660 kWh

Por tanto, se desestima esta alternativa, ya que no se podría aprovechar el 100% de la energía que podría generar la instalación, ya que con este sistema no se pueden alimentar otras cargas distintas a la bomba del sondeo D.P.2

11.1.2 Alternativa 2. Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo CON Excedentes

En este caso, la salida AC de la instalación fotovoltaica (salida de los inversores fotovoltaicos de conexión a red) se conecta a la red interior de BT del suministro eléctrico del Pozo, de manera que cuando la instalación FV produce menos potencia que la consumida, la potencia faltante para alimentar las cargas proviene de la red eléctrica. Asimismo, cuando la instalación FV produce más potencia que la consumida por las cargas, el exceso de potencia se vierte a la Red.

Sin embargo, este tipo de instalación requiere de Punto de Acceso y Conexión a la Red. A fecha de redacción del presente proyecto no se puede conocer la capacidad de evacuación de la

red desde la que se suministra al Pozo, pero previsiblemente ésta sea menor que la máxima potencia contratada en el punto de suministro, lo que limitaría la potencia de la instalación fotovoltaica, y no se podría alimentar simultáneamente las bombas actuales.

Por tanto, se desestima esta alternativa.

11.1.3 Alternativa 3. Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo SIN Excedentes

En este caso, la salida AC de la instalación fotovoltaica (salida de los inversores fotovoltaicos de conexión a red) se conecta a la red interior de BT del suministro eléctrico del Pozo, de manera que cuando la instalación FV produce menos potencia que la consumida, la potencia faltante para alimentar las cargas proviene de la red eléctrica. Sin embargo, al existir un sistema de Vertido Cero que impide verter energía a la red, cuando la instalación FV pueda producir más potencia que la consumida, la potencia generada se limita a la potencia de las cargas.

El exceso de cargas podría emplearse en D.P. 1.

Este tipo de instalación no requiere de Punto de Acceso y Conexión a la Red, por lo que no se ve afectada por las limitaciones de ésta.

Asimismo, si en un futuro se dispone de capacidad de Acceso y Conexión a la Red, y siempre y cuando la instalación haya estado registrada por un periodo mínimo de 1 año en esta modalidad de autoconsumo, se puede solicitar el cambio de modalidad a Autoconsumo con Excedentes.

Se selecciona esta alternativa, y se dimensiona el generador fotovoltaico para maximizar la energía autoconsumida de la instalación, teniendo en cuenta las características técnicas de la Red de Riego a la que abastece.

11.1.4 Alternativa 4. Alimentación desde la Red Eléctrica

Por tanto, para alimentar la nueva bomba de 215 kW, sería necesario solicitar un aumento de potencia, lo cual implicaría cambios en la línea de MT actual, propiedad de Iberdrola Distribución, y cambios en el CT particular, propiedad de la Comunidad de Regantes.

Por tanto, se desestima esta alternativa por los altos costes para implementarla, así como los costes de operación debidos al consumo eléctrico desde la Red.

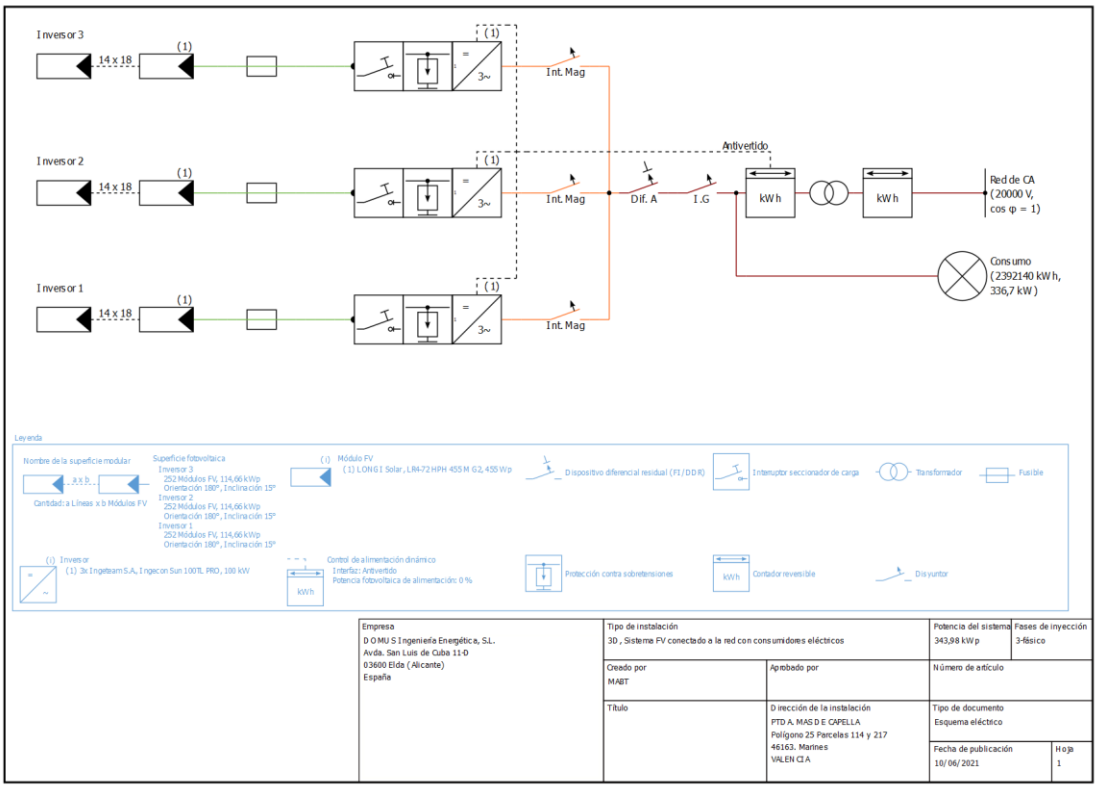
11.1.5 Alternativa 5. Alimentación con grupo Diesel

Esta alternativa se desestima por los altos costes de operación (coste combustible) y el impacto ambiental que genera (ruido y contaminación).

11.2.- SOLUCIÓN ADOPTADA Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

A continuación se muestran las características principales de la instalación propuesta:

- **Autoconsumo SIN EXCEDENTES**: Generador conectado a la Red Interior, con consumo asociado, y sin posibilidad de verter energía a la Red de Distribución (regulación del intercambio de potencia actuando sobre el sistema de generación-consumo).
- Potencia NOMINAL: **300 kw**
- Potencia CONTRATADA SUMINISTRO: **140 kW**
- Nº total de instalaciones de Generación: **1 instalación de generación conectada a la misma Red Interior**
- Punto Frontera Suministro asociado: **Suministro en Baja Tensión (Suministro BT)**
- Punto de Conexión instalaciones de Generación: **Conexión en la Red Interior de Baja Tensión (Conexión BT) concretamente en el Cuadro de Salida de BT del Centro de Transformación Particular.**



11.2.1 Principio de Funcionamiento

Tal y como se ha indicado con anterioridad, se diseña una instalación fotovoltaica de autoconsumo sin excedentes con el objetivo de maximizar la energía aprovechada (energía autoconsumida) para reducir el coste energético del agua bombeada.

El sistema se conecta a la Red Interior de Baja Tensión del Pozo, por lo que la energía generada abastece a todas las cargas que cuelguen del punto de suministro (D.P. 1 y D.P. 2). Aunque el objeto del proyecto es suministrar energía a la bomba del sondeo D.P.2, debido a la particularidad de la instalación, si ésta no está en funcionamiento, la energía generada por la instalación puede ser consumida por las otra bomba. La única limitación que existe es que no se permite el vertido de energía a la Red, por lo que se plantea un uso extensivo de la bomba del sondeo D.P. 1 con objeto de reducir el consumo de red desde otros pozos.

Por otro lado, con objeto de poder aprovechar al máximo la instalación fotovoltaica, se plantea un sistema de control de funcionamiento de la bomba del sondeo D.P.2 a través de un medidor de energía de red, autómata y variador de frecuencia. A continuación se define el principio de funcionamiento del sistema.

Funcionamiento GENERADOR FOTOVOLTAICO
La instalación fotovoltaica funciona con la lógica de MPPT, es decir, produce la potencia máxima disponible, en función de la radiación solar incidente y la temperatura ambiente. Al conectarse a la Red Interior, con un sistema de vertido cero, se pueden dar las siguientes consideraciones: - Potencia Demandada Mayor a la Potencia Producida por el Generador FV: En este caso el inversor generará la máxima potencia disponible del generador FV para alimentar las cargas y el resto se obtendrá desde la red de distribución. - Potencia Demandada Menor a la Potencia Producida por el Generador FV: En este caso el inversor, con ayuda del vatímetro (sistema antivertido), generará solamente la potencia necesaria para alimentar las cargas, sin necesidad de utilizar la red de distribución. De esta forma se garantiza la inyección cero a la red de Distribución.

Funcionamiento BOMBA D.P.2
El funcionamiento de la bomba está controlada por un autómata que determina frecuencia de trabajo de la misma. Para ello se instala un variador de frecuencia que recibe la orden de marcha y la frecuencia de funcionamiento desde el autómata A partir del valor de potencia consumida de la red, obtenida por comunicación ModBus con el sistema de gestión energética, y teniendo en cuenta la potencia disponible en el sistema solar (mediante una célula de radiación calibrada), el sistema de control determina si puede poner en marcha la bomba, para garantizar una frecuencia mínima de funcionamiento (40 Hz), sin exceder la potencia contratada del punto de suministro. Si durante el funcionamiento del bombeo se detecta un consumo de potencia de red mayor al demandado, o una frecuencia de funcionamiento de la bomba inferior a la frecuencia mínima de trabajo, el sistema de control da orden de paro.

El sistema de control debe incorporar las seguridades hidráulicas del sistema (nº máximo de arranque por hora de la bomba, alarmas de variador, paro manual, etc…)

Siempre que se cumpla la condición de frecuencia de trabajo superior a la mínima, potencia demanda de red inferior a la contratada, y modo de funcionamiento automático, el sistema de control debe dar la orden de arranque a la bomba.

11.2.2 Cálculo de la Potencia Óptima del generador

Tal y como se ha definido anteriormente, el objetivo de la instalación fotovoltaica de autoconsumo es maximizar la energía autoconsumida del sistema, obteniendo a su vez la mayor cantidad de agua bombeada desde el sondeo D.P.2

Para el cálculo de la energía consumida en el Pozo D.P.2 se parten de las siguientes hipótesis de trabajo:

Para analizar la energía aprovechada con esta alternativa se parte de los siguientes datos de funcionamiento:

- Se establece una potencia en el punto de trabajo para la nueva bomba del sondeo de 215 kW (90% de coeficiente de seguridad)

- Las bombas actuales van a mantener sus modos de funcionamiento.

- La nueva bomba del sondeo D.P.2 va a bombear directamente contra la Red de Riego Principal, por lo que debido al volumen de agua que ésta maneja, la bomba podría bombear las 24 h del día, los 365 días del año, de manera que aportase el caudal que actualmente está aportando otros sondeos alimentados desde la red eléctrica. De esta manera se consigue aumentar el grado de autoconsumo de la instalación, reduciéndolo el consumo de otros pozos.

Partiendo de estas hipótesis de cálculo tendríamos los siguientes resultados de consumo eléctrico:

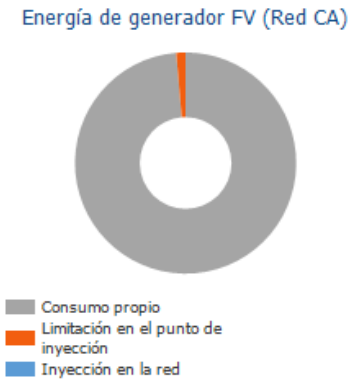
	Consumo Energético				Inyección a Red de Riego Principal desde sondeo D.P.2	
	d/mes	h/día	Pot [kW]	kWh	m³/h	m³
Enero	31	24	193	143.784	360	267.840
Febrero	28	24	193	129.870	360	241.920
Marzo	31	24	193	143.784	360	267.840
Abril	30	24	309	222.546	360	259.200
Mayo	31	24	309	229.964	360	267.840
Junio	30	24	309	222.546	360	259.200
Julio	31	24	309	229.964	360	267.840
Agosto	31	24	309	229.964	360	267.840
Septiembre	30	24	309	222.546	360	259.200
Octubre	31	24	193	143.784	360	267.840
Noviembre	30	24	193	139.146	360	259.200
Diciembre	31	24	193	143.784	360	267.840
				2.201.684		3.153.600

Por tanto, en el caso de que la bomba del sondeo D.P. 2 estuviese funcionando las 24 h al día los 365 días del año, el volumen introducido por ésta a la red sería de 3,1 Hm³ del total de los 42 Hm³ que se demandan.

Con esta potencia pico (343,98 kWp), y una potencia nominal de 300 kW se obtienen los siguientes resultados:

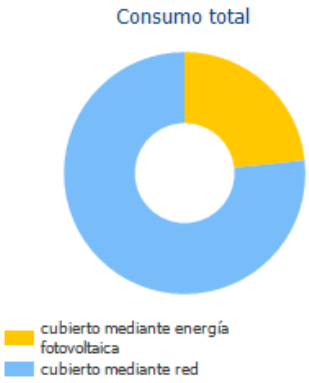
Instalación FV

Potencia generador FV	344	kWp
Rendimiento anual espec.	1.511,76	kWh/kWp
Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR)	83,5	%
Reducción de rendimiento por sombreado	3,1	%/Año
Energía de generador FV (Red CA)	520.097	kWh/Año
Consumo propio	513.044	kWh/Año
Limitación en el punto de inyección	7.053	kWh/Año
Inyección en la red	0	kWh/Año
Proporción de consumo propio	98,6	%
Emisiones de CO_2 evitadas	241.091	kg / año



Consumidores

Consumidores	2.201.684 kWh/Año
Consumo Standby (Inversor)	84 kWh/Año
Consumo total	2.201.768 kWh/Año
cubierto mediante energía fotovoltaica	513.044 kWh/Año
cubierto mediante red	1.688.724 kWh/Año
Fracción de cobertura solar	23,3 %



Grado de autarquía

Consumo total	2.201.768 kWh/Año
cubierto mediante red	1.688.724 kWh/Año
Grado de autarquía	23,3 %

donde se puede observar que el grado de autoconsumo de la Instalación es de 99,3%. Por tanto, se establece como potencia óptima la máxima que se puede instalar en las parcelas seleccionadas.

- Potencia Óptima FV ---------- 343,98 kWp
- Potencia Nominal ---------- 300 kW
- Grado de Autoconsumo ---------- 99,3 %

12.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Tal y como se ha indicado anteriormente en el presente proyecto se diseña una instalación eléctrica encargada de la distribución de la energía desde el Generador FV hasta el cuadro general de baja tensión situado en la sala de cuadros eléctricos del Pozo.

El generador fotovoltaico se ubica sobre estructuras estáticas en suelo, con 15º de inclinación y orientadas al Sur. Los inversores se instalan en un anexo a las construcciones actuales del Pozo Divina Providencia.

El generador consta de un total de 756 módulos fotovoltaicos de 144 células con una potencia unitaria de 455 Wp resultando una potencia total pico instalada de 343,98 kWp. Asimismo, la instalación cuenta con tres inversores de 100 kW cada uno y de un sistema antivertido, impidiendo de esta manera la inyección de la energía excedentaria a la Red de Distribución.

12.1.- ASPECTOS GENERALES

12.1.1.- Emplazamiento de la instalación

La instalación Fotovoltaica se ubica en las siguientes Parcelas:

12.2.- CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO

Toda la instalación eléctrica, tanto en el lado DC como en el de AC, se protege frente a sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos directos e indirectos. Para el cálculo de la Instalación Eléctrica se utilizan los siguientes criterios de diseño:

Lado de Corriente Continua (DC)

Protección contra corrientes de sobrecarga:

- La corriente permanente admisible Iz del cable debe ser superior o igual a la corriente máxima de cortocircuito del string, subgrupo o grupo del generador fotovoltaico al que esté conectado:
  - $1{,}25 \times I_{sc} \leq I_z$
- Para la protección de las corrientes inversas del cable se pueden utilizar uno de los dos métodos siguientes:
  I. Cable Intrínsecamente seguro: $(N_s - 1) \times 1{,}25 \times I_{sc} \leq I_z$
  II. Dispositivo de Protección (fusible): $I_{fusibles} \leq I_z$
- Para la selección de los dispositivos de protección de los grupos fotovoltaicos se considera como Intensidad de cortocircuito 1,25 x Isc.
- Para el diseño de los cables sometidos al calentamiento directo de la parte inferior de los módulos fotovoltaicos, la temperatura ambiente a tener en cuenta para su dimensionamiento es de 70 °C.

Intensidad de diseño: La intensidad de diseño se calcula como 1,25 x Imp.

Máxima caída de tensión para la Intensidad de cálculo: En el lado de DC se diseña el cableado para no superar una caída de tensión máxima del 2,5%, para la Imp (Intensidad en el punto de máxima potencia).

Lado de Corriente Alterna (AC)

Intensidad de diseño: El cableado de AC se diseña para la Intensidad máxima de salida del inversor (el inversor se comporta como una fuente de corriente, por lo que su intensidad está limitada).

Máxima caída de tensión para la Intensidad de cálculo: En el lado de AC se diseña el cableado para no superar una caída de tensión máxima del 1,5%, desde los inversores hasta el punto de conexión con la red interior, tal y como se especifica en la ITC-BT 40 del REBT.

12.3.- GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico está compuesto de un total de 756 módulos de 455 Wp, con una potencia total de 343,98 kWp. El generador se divide en 3 sub-generadores asociados cada uno de ellos a un Inversor fotovoltaico de 100 kW. A continuación se detallan las características del generador FV:

Módulo Fotovoltaico

- Potencia Pico ---------- 455 Wp
- Nº de unidades ---------- 756 uds
- Eficiencia ---------- 20,9 %
- Temperatura Nominal de Operación (TONC) ----------45 ºC
- Coeficiente de variación de Potencia con la Tª ---------- - 0,35 %/ºC
- Coeficiente de variación de Voc con la Tª ---------- - 0,27 %/ºC
- Nº de células ---------- 6 strings de 24 celdas PERC
- Dimensiones ---------- 2.094 x 1.038 x 35 mm
- Peso ---------- 23,5 kg
- Certificaciones: IEC 61215, IEC 61730, Marcado CE, Seguridad Clase II.

Parámetros de funcionamiento (Condiciones Estándar de Medida. STC)

- Tensión Punto de Máxima Potencia (V_{mpp}) ---------- 41,7 V
- Intensidad Punto de Máxima Potencia (I_{mpp}) ---------- 10,92 A
- Tensión de Circuito Abierto (V_{oc}) ---------- 49,5 V
- Intensidad de Cortocircuito (I_{sc}) ---------- 11,66

Parámetros de funcionamiento (máximos a -10 ºC, mínimos a 70ºC)

- Tensión de Circuito Abierto Máxima ($V_{oc_máx}$) ---------- 54,2 V
- Tensión Punto de Máxima Potencia Mínima ($V_{mpp_mín}$) ---------- 35,1 V

Casa sub-generador fotovoltaico está compuesto de 14 ramas de 18 módulos en serie, presentando las siguientes características eléctricas:

Sub-Generador Fotovoltaico

- Nº de Sub-generadores---------- 3
- Potencia Pico---------- 114,66 kWp
- Número de paneles en serie (Nps) ---------- 18
- Número de ramas en paralelo (Npp)---------- 14
- Nº de módulos ---------- 252 uds

Parámetros Sub-Generador STC

- Tensión Punto de Máxima Potencia (V_{mpp}) ---------- 750 V
- Tensión de Circuito Abierto (V_{oc}) ---------- 891 V
- Intensidad de Cortocircuito (I_{sc}) ---------- 163 A

Parámetros Sub-Generador (máximos a -10 ºC, mínimos a 70ºC)

- Tensión de Circuito Abierto Máxima ($V_{oc_máx}$) ---------- 975 V
- Tensión Punto de Máxima Potencia Mínima ($V_{mpp_mín}$) ---------- 632 V

Parámetros Sub-Generador 1,25 x STC

- Potencia Máxima ($P_{máx}$) ---------- 143,44 kWp
- Tensión Máxima ($V_{mppt_máx}$) ---------- 750 V
- Intensidad Máxima ($I_{máx}$) ---------- 191,10 A

Generador Fotovoltaico

- Nº de Sub-generadores---------- 3
- Potencia Pico---------- 343,98 kWp

12.4.- INVERSOR

Se seleccionan inversores trifásicos, 3 unidades de 100 kW cada una, con una potencia total de 300 kW. A continuación se describen las características de los inversores seleccionados

Inversor

- Nº de unidades ---------- 3 uds
- Kit Anti-vertido---------- Sí (A65+)
- Protección Sobretensiones ---------- AC/DC tipo II
- Seccionador DC---------- Sí
- Fusibles DC por rama ---------- No
- Nº máximo de entradas ----------1
- Dimensiones ---------- 905 x 720 x 315 mm
- Peso ---------- 78 kg

- Normativa EMC y de Seguridad: IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 62109-1, IEC 62109-2, IEC 62103, IEC 61000-3-12, EN50178, FCC Part 15, IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-30, IEC 60068-2-68, IEC 60529.

- Normativa de Conexión a Red: EN 50438, EN 50439, EN 50549, P.O.12.3, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1

Parámetros de Entrada DC

- Rango de Tensión ---------- 570 – 850 V
- Tensión Máxima ---------- 1.100 V
- Corriente Máxima (MPPT1/MPPT2) ---------- 185 A

Parámetros de Salida AC

- Potencia Nominal---------- 100 kW
- Corriente Máxima ---------- 145 A
- Tensión Nominal ---------- 400 V
- Frecuencia Nominal ---------- 50 Hz
- Coseno Phi ---------- ajustable 0 – 1 (capacidtivo/inductivo)
- Eficiencia---------- 98,5 %

12.5.- SISTEMA DE VERTIDO CERO

Se instala un sistema de Vertido Cero, compuesto por un vatímetro y un gestor energético, certificado para el funcionamiento con los inversores seleccionados.

- Consumo de Potencia ---------- 15 W
- Alimentación ---------- 7 - 42 Vdc
- Conectividad Wifi ---------- Incluida
- Conectividad Ethernet ---------- 2 puertos
- Conectividad RS-485 ---------- 2 puertos
- Comunicación inversor ---------- Ethernet, Wifi
- Sistema de Monitorización ---------- Ethernet, Wifi
- Comunicación Vatímetro ---------- Ethernet, RS-485

- Modelo Vatímetro ---------- Carlo Gavazzi VM20 AV5
- Precisión Activa ---------- Clase 05S/05
- Precisión Reactiva ---------- Clase 2

Certificado según Normas UNE 217001:2015 IN, e ITC-BT-40 Anexo I (RD244/2019)

12.6.- VARIADOR DE FRECUENCIA

Para la alimentación de la bomba que se va a instalar en el Sondeo D.P.2 un variador de frecuencia, de manera que la bomba pueda funcionar a frecuencia variable, en función de la radiación solar disponible y la demanda de potencia de la red (Sistema de Control). A continuación, se detallan las características del variador de frecuencia seleccionado:

Variador de Frecuencia

- Tensión nominal ---------- 400 V
- Potencia Motor (carga normal) ---------- 315 kW
- Inominal (carga normal) ---------- 570 A
- Potencia Motor (carga pesada) ---------- 250 kW
- Inominal (carga pesada) ---------- 460 A
- Peso ---------- 700 kg

- Filtro EMC de entrada ---------- Segundo entorno (Industrial): C3
- Filtro de armónicos ---------- LCL
- Corriente THD ---------- < 3%
- Filtro dV/dt de salida ---------- 500 - 800 µs
- Certificaciones: CE, cTick
- Compatibilidad electromagnética: EMC (Directiva 2004/108/CE), IEC/EN 61800-3
- Diseño y Construcción: LVD Directiva (2006/95/CE), IEC/EN 61800-2, IEC/EN 61800-5-1, IEC/En 60146-1-1, IEC 60068-2-6
- Seguridad funcional: IEC/EN 61800-5-2

12.7.- SISTEMA DE CONTROL

Tal y como se ha indicado en los apartados anteriores, el sistema fotovoltaico proyectado es capaz de producir un total de 520.097 kWh/año, descontados los consumos propios de los equipos.

Con objeto de poder aprovechar al máximo la energía producida por la instalación (Sistema de Autoconsumo SIN EXCEDENTES), se instala un variador de frecuencia para alimentar la bomba del sondeo D.P. 2 y se automatiza su funcionamiento, de manera que ésta pueda modificar su frecuencia en función de la potencia solar disponible y la demanda de energía desde la Red. Para ello hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La Instalación Fotovoltaica limita su producción al consumo instantáneo de la instalación, a través de un vatímetro conectado aguas arriba de los consumos y un gestor energético que se comunican con los inversores vía Ethernet.
- El vatímetro registra la potencia consumida por la instalación en los cuatro cuadrantes (consumo e inyección a la red). El gestor energético analizada instantáneamente los datos que le suministra el vatímetro, de manera que, si se detecta que se va a inyectar energía a la red, éste manda una orden a los inversores para que reduzcan la energía generada, de manera que el inversor empieza a trabajar fuera de su punto de máxima potencia (MPPT). De esta manera hace una regulación de lazo cerrado de la generación del sistema.
- Todos los parámetros eléctricos y de funcionamiento de los inversores son accesibles a través de comunicación MODBUS
- A continuación, se presentan las direcciones de memoria necesarias para poder automatizar el funcionamiento de las cargas, a través del SCADA existente:

MB Modicon Address	Descripción	Tipo variable	Magnitud
30030	Potencia Activa de Salida	Int16	Watt/10
30037	Medida Vatímetro	Int16	Watt/10
30053	Reducción de la Potencia de salida	UInt16	%

A partir de los valores anteriores se puede programar la gestión de cargas (frecuencia de funcionamiento de la bomba) para maximizar la generación de la instalación fotovoltaica, y por tanto el grado de autoconsumo. Este mismo criterio se debe utilizar para adaptar el funcionamiento de la bomba con objeto de no sobrepasar la potencia contratada para cada uno de los periodos tarifarios.

Para la gestión de la carga (bomba) se propone la realización de un lazo cerrado con la potencia consumida de la red, de manera que se varíe la frecuencia de funcionamiento hasta obtener la potencia consumida de consigna. En caso de que la frecuencia teórica esté por debajo de la frecuencia mínima de funcionamiento de la bomba, el sistema de control debe ordenador el paro de la misma.

El sistema de control debe incorporar las seguridades hidráulicas del sistema (nº máximo de arranque por hora de la bomba, alarmas de variador, paro manual, etc…). Siempre que se cumpla la condición de frecuencia de trabajo superior a la mínima, potencia demanda de red inferior a la contratada, y modo de funcionamiento automático, el sistema de control debe dar la orden de arranque a la bomba.

A continuación, se detalla el sistema de control propuesto:

Puntos de Trabajo BOMBA FV			
Frec. [Hz]	**H [m]**	**Q [m³/h]**	**Pot_{AC} [kW]**
50	140	360	193
40	140	120	115

Sistema CONTROL Bombeo			
Modo de OPERACIÓN	**Modo de FUNCIONAMIENTO**	**Modo de TRABAJO**	
		Bomba OFF	Bomba ON
AUTOMÁTICO	Condición para el arranque	$Pot_{min}+Pot_{RED}-Pot_{FV} \geq Pot_{CONTi}$	$Pot_{min}+Pot_{RED}-Pot_{FV} < Pot_{CONTi}$
	En funcionamiento	$Hz_{Bomba} < Hz_{min}$ $Pot_{RED} > Pot_{CONTi}$ Alarmas (se deben incluir tiempos de histéresis en las condiciones de parada, excepto en las alarmas)	$Hz_{Bomba} = f(Pot_{RED})$ (Lazo cerrado de la frecuencia en función de la potencia consumida de la Red)

donde:

- Pot_{min} [kW]: Potencia demandada por la bomba a la frecuencia mínima de trabajo (valor teórico de 115 kW).
- Pot_{RED} [kW]: Potencia demanda desde la red (Medida Vatímetro).
- Pot_{FV} [kW[: Potencia teórica del generador fotovoltaico calculada a partir de la Potencia Pico del generador, la radiación incidente y la temperatura de célula (medidas con el sensor de Radiación y temperatura de célula).
- Pot_{CONTi} [kW]: Potencia Contratada en el Periodo de Facturación i
- Hz_{Bomba}: Frecuencia de funcionamiento de la bomba en Hz
- Hz_{min}: Frecuencia mínima de funcionamiento de la bomba en Hz (valor teórico 40 Hz)
-

A continuación se detallan las características del armario de control seleccionado:

Armario de Control

- Armario de Control ---------- Armario de Poliéster de 650x430x220 mm
- Autómata ---------- 1
- Alimentación ---------- 24 Vdc
- Entradas Digitales ---------- 24
- Salidas de relé ---------- 16
- Entradas analógicas ---------- 4
- Comunicación RS-485 ---------- Sí
- Comunicación Ethernet ---------- Sí
- Sensor de Radiación ---------- Célula Calibrada 0-10 V

El sensor de radiación se debe instalar en la misma orientación y la misma inclinación que el generador fotovoltaico.

12.8.- SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

Con objeto de poder monitorizar la instalación, los inversores deberán contar con una conexión wifi y conexión Ethernet. En el caso de que existan una conexión de internet en el emplazamiento, los inversores se conectan al servidor, y los datos de producción y consumo serán accesibles desde cualquier dispositivo móvil

Asimismo, cualquier alarma que se produzca en los inversores se envía vía mail al mantenedor y promotor de la instalación.

12.9.- CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

A continuación, se describe la Configuración Eléctrica para cada uno de los Sub-Generadores que componen la instalación:

Inversor		Nº Ramas	Nº mod. serie	Potp [kWp]
Inversor 1 (100 kW)	Entrada 1	14	18	114,66
Inversor 2 (100 kW)	Entrada 1	14	18	114,66
Inversor 3 (100 kW)	Entrada 1	14	18	114,66
			TOTAL	343,98

Para la estación meteorológica más cercana de la red de AEMET, los valores extremos registrados son:

- Tª máxima absoluta ----------43,4 °C (jul. 1986)
- Tª mínima absoluta ---------- -5,4 °C (ene. 1985)

Por tanto, para la validación de la configuración se van a utilizar los siguientes valores:

- Tª máxima cálculo ---------- 45 °C (Tª célula = 74,65 °C)
- Tª mínima cálculo ---------- -10 °C (Tª célula = -10 °C)

Modelo	Configuración (módulos en serie)	Voc_máx < 1.100 V		Vmp_mín > 570 V	
		Tª = -10 °C	Tª = -5,4 °C	Tª = 45 °C	Tª = 43,4 °C
Inversor 1	18	975 V	964 V	616 V	620 V
Inversor 2	18	975 V	964 V	616 V	620 V
Inversor 3	18	975 V	964 V	616 V	620 V

12.10.- POTENCIA DE DISEÑO

12.10.1.- Potencia de diseño DC

El punto de diseño (potencia máxima) del generador fotovoltaico se calcula como 1,25 x Potp.

Tramo	Potp [kWp]	Vmp [V]	Imp [A]	Isc [A]	Pot_d [kW]	Idiseño [A]
Inversor 1 – Rama 1	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 2	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 3	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 4	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 5	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 6	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 7	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 8	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 9	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 10	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 11	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 12	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 13	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 1 – Rama 14	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
TOTAL SUB-GENERADOR 1	114,66		152,88	163,2	143,44	191,10

Tramo	Potp [kWp]	Vmp [V]	Imp [A]	Isc [A]	Pot_d [kW]	Idiseño [A]
Inversor 2 – Rama 1	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 2	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 3	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 4	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 5	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 6	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 7	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 8	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 9	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 10	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 11	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 12	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 13	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 2 – Rama 14	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
TOTAL SUB-GENERADOR 2	114,66		152,88	163,2	143,44	191,10

Tramo	Potp [kWp]	Vmp [V]	Imp [A]	Isc [A]	Pot_d [kW]	Idiseño [A]
Inversor 3 – Rama 1	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 2	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 3	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 4	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 5	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 6	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 7	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 8	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 9	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 10	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 11	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 12	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 13	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
Inversor 3 – Rama 14	8,20	750,6	10,9	11,7	10,25	13,65
TOTAL SUB-GENERADOR 3	114,66		152,88	163,2	143,44	191,10

12.10.2.- Potencia de diseño AC

Se establece la Potencia de diseño como la máxima potencia que puede entregar el inversor.

Tramo	Pot_diseño [kW]	Vac [V]	Idiseño [A]
Inversor 1 - Protecciones DPI	100	400	145
Inversor 2 - Protecciones DPI	100	400	145
Inversor 3 - Protecciones DPI	100	400	145
Protecciones DPI - Pto. Conexión Red Interior	300	400	435

12.11.- CABLEADO

12.11.1.- Instalación de Corriente Continua DC

Toda la instalación de DC se realiza con positivos y negativos separados (bajo canalizaciones independientes). A continuación se detalla el cableado de la instalación de Corriente Continua (DC).

SUB-GENERADOR 1						
Tramo	Denominación	Sección [mm²]	Idiseño [A]	Immp [A]	Iadm [A]	ΔV [%] (Immp)
Ramas - CN1.1	H1Z2Z2-K 0,6/1 kV Eca	2x6 Cu	13,65	10,9	28,09 (fc: 0,53)	0,60
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=63 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					
CN1.1 - CS	RZ1-k(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x120 Cu	191,1	152,88	275	0,06
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=160 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					
CS - Inversor 1	RZ1-Al(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x185 Al	191,1	152,88	213,6 (fc: 0,8)	1,52
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=200 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					

Longitud máxima (m)	279	ΔV [%] Total DC	2,18

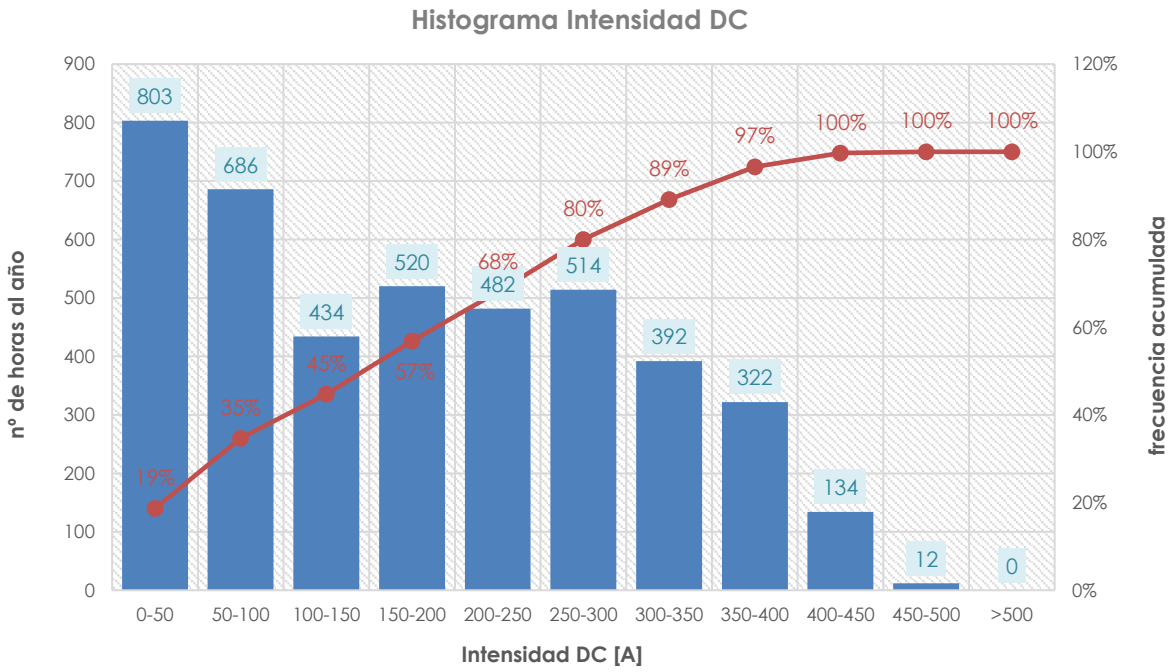
SUB-GENERADOR 2						
Tramo	Denominación	Sección [mm²]	Idiseño [A]	Immp [A]	Iadm [A]	ΔV [%] (Immp)
Ramas - CN1.2	H1Z2Z2-K 0,6/1 kV Eca	2x6 Cu	13,65	10,9	28,09 (fc: 0,53)	0,43
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=63 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					
CN1.2 - CS	RZ1-k(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x120 Cu	191,1	152,88	275	0,19
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=160 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					
CS - Inversor 2	RZ1-Al(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x185 Al	191,1	152,88	213,6 (fc: 0,8)	1,52
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=200 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					

Longitud máxima (m) 291 ΔV [%] Total DC 2,15

SUB-GENERADOR 3						
Tramo	Denominación	Sección [mm²]	Idiseño [A]	Immp [A]	Iadm [A]	ΔV [%] (Immp)
Ramas - CN1.3	H1Z2Z2-K 0,6/1 kV Eca	2x6 Cu	13,65	10,9	28,09 (fc: 0,53)	0,44
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=63 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					
CN1.3 - CS	RZ1-k(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x120 Cu	191,1	152,88	275	0,32
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=160 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					
CS - Inversor 3	RZ1-Al(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x185 Al	191,1	152,88	213,6 (fc: 0,8)	1,52
	Sistema de Instalación: Unipolares bajo tubo enterrado (D=200 mm). Positivos y negativos conducidos por tubos independientes.					

Longitud máxima (m) 312 ΔV [%] Total DC 2,29

La potencia del generador fotovoltaico es proporcional a la radiación incidente. La caída de tensión se ha calculado con la Imp del generador. A continuación, se muestra el histograma de Intensidad en DC (horas/año).



Tal y como se desprende de la gráfica, solamente el 0,3% del tiempo de funcionamiento se alcanza la Intensidad Imp del generador, lo que implica una caída de tensión máxima del 2,29%, mientras que el 80% de las horas de funcionamiento, la intensidad DC es inferior a 300 A, lo que implica que durante este tiempo, la caída de tensión es inferior al 1,41%.

12.11.2.- Instalación Corriente Alterna AC

A continuación, se detalla el cableado de la instalación de Corriente Alterna (AC).

Instalación FOTOVOLTAICA						
Tramo	Denominación	Sección [mm²]	L [m]	Idiseño [A]	Iadm [A]	ΔV [%]
Inversor 1 - CPAC	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x70+TTx35 Cu	5	145	182,8 (fc: 0,82)	0,09
	Sistema de Instalación: Unipolares en bandeja perforada de 60 x 150 mm					
Inversor 2 - CPAC	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x70+TTx35 Cu	5	145	182,8 (fc: 0,82)	0,09
	Sistema de Instalación: Unipolares en bandeja perforada de 60 x 150 mm					
Inversor 3 - CPAC	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x70+TTx35 Cu	5	145	182,8 (fc: 0,82)	0,09
	Sistema de Instalación: Unipolares en bandeja perforada de 60 x 150 mm.					
CPAC - Conexión Red Interior	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x240+TTx120 Cu	5	435	489	0,08
	Sistema de Instalación: Unipolares en bandeja perforada de 60 x 150 mm					

ΔV [%] Total AC	0,18

Alimentación VARIADOR						
Tramo	Denominación	Sección [mm²]	L [m]	Idiseño [A]	Iadm [A]	ΔV [%]
CPAC - Variador Bomba	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2(3x120+TTx70) Cu	5	570	628	0,11
	Sistema de Instalación: Unipolares en bandeja perforada de 60 x 150 mm					

ΔV [%] Total AC	0,11

Cargas AUXILIARES						
Tramo	Denominación	Sección [mm²]	L [m]	Idiseño [A]	Iadm [A]	ΔV [%]
CPAC - Armario de Control	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5+TTx2,5 Cu 3G2,5	10	2,17	24	0,19
	Sistema de Instalación: Unipolares en bandeja perforada de 60 x 150 mm					
CPAC - Vatímetro	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5+TTx2,5 Cu 3G2,5	10	0,43	24	0,08
	Sistema de Instalación: Unipolares en bandeja perforada de 60 x 150 mm					
CPAC - Fuentes de Alimentación	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5+TTx2,5 Cu 3G2,5	10	0,11	24	0,06
	Sistema de Instalación: Unipolares en bandeja perforada de 60 x 150 mm					
CPAC - CS	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x6 Cu Multipolar	212	1,82	53	0,98
	Sistema de Instalación: Multipolar bajo tubo enterrado (D=63 mm)					
CS - Alarma	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5+TTx2,5 Cu 3G2,5	300	0,52	32	0,95
	Sistema de Instalación: Multipolar bajo tubo enterrado (D=63 mm)					
CS - Vigilantes de Aislamiento	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5+TTx2,5 Cu 3G2,5	2	1,3	30	0,02
	Sistema de Instalación: Multipolares Sobre Pared					

ΔV [%] Total AC	2,01

12.12.- PROTECCIONES

12.12.1.- Sobreintensidades (Sobrecargas y Cortocircuitos) y Sobretensiones

La instalación eléctrica, tanto en la parte de corriente alterna como en la de corriente continua, se protege contra sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones a través de cuadros de protección.

Instalación en Corriente CONTINUA (DC)

La instalación de corriente continua se protege contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles y el diseño del cableado (en este caso el conductor debe soportar la corriente de cortocircuito).

Tramo	Denominación	Sección [mm²]	Idiseño [A]	Corto (1,25xIsc) [A]		Iadm [A]	Protección In [A]
Ramas - CN1.1	H1Z2Z2-K 0,6/1 kV Eca	2x6 Cu	13,65	Icc	14,58	28,09	-
				Icc_inv	189,48		Fusible gPV 15 A
	Ubicación de las protecciones: Caja de Protección CN1.1 (Incluye descargador de sobretensiones)						
Ramas - CN1.2	H1Z2Z2-K 0,6/1 kV Eca	2x6 Cu	13,65	Icc	14,58	28,09	-
				Icc_inv	189,48		Fusible gPV 15 A
	Ubicación de las protecciones: Caja de Protección CN1.2 (Incluye descargador de sobretensiones)						
Ramas 3 - CN1.3	H1Z2Z2-K 0,6/1 kV Eca	2x6 Cu	13,65	Icc	14,58	28,09	-
				Icc_inv	189,48		Fusible gPV 15 A
	Ubicación de las protecciones: Caja de Protección CN1.3 (Incluye descargador de sobretensiones))						
CN1.1 - CS	RZ1-k(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x120 Cu	191,1	Icc	204,05	275	-
				Icc_inv	-		-
	Ubicación de las protecciones: Cable Intrínsecamente seguro						
CN1.2 - CS	RZ1-k(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x120 Cu	191,1	Icc	204,05	275	-
				Icc_inv	-		-
	Ubicación de las protecciones: Cable Intrínsecamente seguro						
CN1.3 - CS	RZ1-k(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x120 Cu	191,1	Icc	204,05	275	-
				Icc_inv	-		-
	Ubicación de las protecciones: Cable Intrínsecamente seguro						
CS - Inversor 1	RZ1-Al(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x185 Al	191,1	Icc	204,05	213,6	Fusible gPV 200 A
				Icc_inv	-		-
	Ubicación de las protecciones: Cable Intrínsecamente seguro. Fusibles en CS para facilitar el mantenimiento y la apertura del circuito						

Tramo	Denominación	Sección [mm²]	Idiseño [A]	Corto (1,25xIsc) [A]		Iadm [A]	Protección In [A]
CS - Inversor 2	RZ1-Al(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x185 Al	191,1	Icc	204,05	213,6	Fusible gPV 200 A
				Icc_inv	-		-
	Ubicación de las protecciones: Cable Intrínsecamente seguro. Fusibles en CS para facilitar el mantenimiento y la apertura del circuito						
CS - Inversor 3	RZ1-Al(AS) 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x185 Al	191,1	Icc	204,05	213,6	Fusible gPV 200 A
				Icc_inv	-		-
	Ubicación de las protecciones: Cable Intrínsecamente seguro. Fusibles en CS para facilitar el mantenimiento y la apertura del circuito						

Instalación en Corriente ALTERNA (AC)

La instalación de corriente alterna se protege contra sobrecargas con el diseño del cableado, ya que el inversor tiene limitada la Intensidad máxima de salida, y contra cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos y fusibles.

Tramo	Denominación	Sección [mm²]	Idiseño [A]	Iadm [kA]	Icc_max [kA]	Protección In [A]
CPII - CPAC	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x240 Cu	435	489	10	Fusible 500 A - 120 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección Instalación Interior					
CPII - CPAC	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x240 Cu	435	489	10	Mag. curva C 450 A - 70 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC (In=630 A regulado a 450 A)					
CPAC - Inversor 1	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x70 Cu	145	182,8	9,5	Mag. curva C 160 A - 36 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC					
CPAC - Inversor 2	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x70 Cu	145	182,8	9,5	Mag. curva C 160 A - 36 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC					
CPAC - Inversor 3	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	3x70 Cu	145	182,8	9,5	Mag. curva C 160 A - 36 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC					

Tramo	Denominación	Sección [mm²]	Idiseño [A]	Iadm [kA]	Icc_max [kA]	Protección In [A]
CPAC - Variador	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2(3x120) Cu	570	628	9,91	Mag. curva C 620 A - 70 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC (In=630 A regulado a 620 A)					
CPAC - Alim. Control	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5 Cu	2,17	24	9,82	Mag. curva C 16 A - 10 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC					
CPAC - Alim. EMS	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5 Cu	0,11	24	9,82	Mag. curva C 16 A - 10 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC					
CPAC - Alim. Vatímetro	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5 Cu	0,43	24	9,82	Mag. curva C 16 A - 10 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC					
CPAC - CS	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x6 Cu	1,82	53	9,82	Mag. curva C 16 A - 10 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CPAC					
CS - Alim. Alarma	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5 Cu	0,52	32	0,19	Mag. curva C 16 A - 10 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CS					
CS - Alim. Vigilantes	RZ1-k 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	2x2,5 Cu	1,13	30	0,19	Mag. curva C 16 A - 10 kA
	Ubicación de las protecciones: Cuadro de Protección CS					

12.12.2.- Contactos Directos e Indirectos

La instalación eléctrica, tanto en la parte de corriente alterna como en la de corriente continua, se protege contra contactos directos e indirectos.

Instalación en corriente continua (DC)

La protección contra contactos DIRECTOS en la parte de DC se realiza mediante el aislamiento de las partes activas.

La protección contra contactos INDIRECTOS se realiza mediante un esquema de conexión a tierra tipo IT y la utilización de equipos con aislamiento doble o reforzado (clase II). Todas las masas de la instalación de corriente continua se conectan a la misma tierra.

Asimismo, los inversores fotovoltaicos incorporan un vigilante de aislamiento genera una alarma ante un primer defecto, y se desconectan de la red.

Instalación en corriente alterna (AC)

La protección contra contactos DIRECTOS en la parte de AC se realiza mediante el aislamiento de las partes activas.

La protección contra contactos INDIRECTOS se realiza mediante un esquema de conexión a tierra tipo TT, la utilización de Interruptores Diferenciales Clase A en cabecera (ITC-BT 40) y la utilización de cables de doble aislamiento. Asimismo, se ponen a tierra las estructuras del generador fotovoltaico con objeto de reducir la capacidad parásita del campo fotovoltaico a tierra.

Asimismo, los inversores incorporan un Interruptor diferencial integrado de 1 Arms (los inversores inyectan corriente diferencial a la red eléctrica. La amplitud de esta corriente depende de la capacidad parásita del generador fotovoltaico a tierra. La corriente diferencial permitida por la IEC 62109 en estado permanente es de 10 mArms por kVA. Por tanto, para los equipos de 100 kVA la corriente está limitada a 1 Arms)

Denominación	Prot. Diferencial	Ubicación
Interruptor Diferencial General. Tipo A	Relé diferencial + Toroidal 630 A - 3.000 mA Clase A - SI	CPAC

12.13.- INSTALACIÓN DE CONEXIÓN A TIERRA

Descripción de la puesta a tierra de Protección en el Generador Fotovoltaico

Se diseña un sistema de puesta a tierra formada por picas enterradas de 2 m de longitud, unidas mediante cable de cobre desnudo de 35 mm². Las picas se instalan en cada una de las arquetas de la canalización enterrada, y el cable que las une discurre por la zanja, directamente enterrado.

A la tierra del generador fotovoltaico se unen las estructuras metálicas y los descargadores de tensión de las cajas CN1.

Los conductores de protección tienen las siguientes secciones:

- Descargadores Caja de Protección CN1 ---------- 16 mm² Cu
- Caja Armario Vigilante de Aislamiento ---------- 16 mm² Cu

Conductor de Tierra:

- Unión entre Estructuras – Picas de Tierra ---------- 35 mm² Cu
- Unión entre Puente de Tierra – Picas de Tierra ---------- 35 mm² Cu

Denominación	Picas 2 m	Cable Cu 35 mm²	Resistencia Tierra
TT Instalación Bombeo FV	16	120 m	3,26 Ω

Descripción de la puesta a tierra de Protección de las masas metálicas de AC

Todas las masas metálicas de la instalación AC (Inversores, Variador de Frecuencia, Armarios Metálicos) se conectan a la tierra existente en el edificio de bombeo.

Los conductores de protección tienen las siguientes secciones:

- Inversores---------- 35 mm² Cu
- Variador de Frecuencia ---------- 2x70 mm² Cu
- Cuadro de Protección CPAC – Borne de Tierra---------- 2x70 mm² Cu

Se debe garantizar que la Resistencia de tierra existente del edificio es inferior a 10 Ω.

13.- SISTEMA ESTRUCTURAL GENERADOR FOTOVOLTAICO

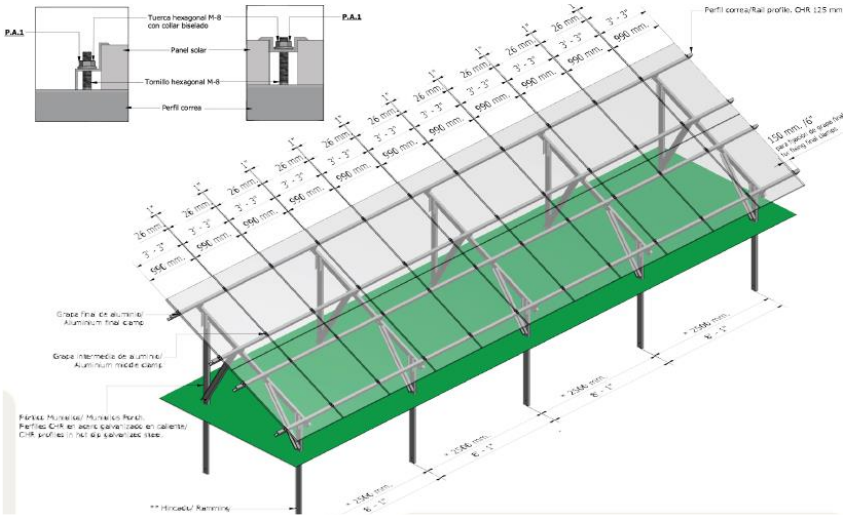
El generador fotovoltaico se instala sobre estructuras fijas de 2 módulos en Vertical, con una inclinación de 15º y están orientadas al Sur.

13.1.- DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA FIJA

A continuación se describen las características básicas de la estructura seleccionada:

- Tipo de Estructura ---------- Fija bi-poste de 15 º de inclinación
- Altura máxima---------- 1,6 m
- Altura mínima del módulo sobre el terreno---------- 0,5 m
- Disposición de los módulos ---------- 2 módulos en vertical
- Fijación módulos---------- Grapas de aluminio con separadores EPDM
- Tornillería---------- Acero inoxidable A2/A4

- Estructura---------- Aluminio extruido y acero
- Sistema de cimentación---------- Hinca metálica
- Normativa de cálculo ---------- EUROCÓDIGO
- Topografía (pendiente máxima del terreno) ---------- 15% N-S / 10% E-O



En el presente proyecto se aporta un cálculo estructural más desfavorable al emplazamiento del proyecto (inclinación de la estructura a 30º, acción del viento de 0,52 kN/m² y carga de nieve de 1 kN/m²). En cualquier caso, del fabricante de la estructura deberá aportar los cálculos estructurales adaptados a las condiciones del emplazamiento (Ver anejo Cálculo Estructural), certificando su idoneidad según EUROCÓDIGO ó CTE.

13.2.- CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

En el estudio geológico-geotécnico aportado, se especifica que las cimentaciones de las estructuras solares podrán realizarse mediante perfiles hincados en la unidad QG (unidad donde se ubica el generador), estimando una tracción por fuste de 1,4 T/m².

La cimentación de la estructura se realiza por Hinca directa del Pilar, con una profundad mínima de 1,5 m. Para ello, se ha contemplado la realización de Pre-taladros previos, y en el caso de que se produzca rechazo de la hinca debido a que no se pueda alcanzar la profundidad necesaria, se ha contemplado el relleno del taladro con hormigón (incluido en el precio descompuesto de la estructura).

Antes de la implantación, se realizarán las pruebas de hincado descritas en el Anejo de Relación Valorada de ensayos, adaptadas a las consideraciones que realice el fabricante de la estructura una vez se aporten los cálculos para el emplazamiento del proyecto. En cualquier caso, los condicionantes expuestos en las Pruebas del Anejo, son más restrictivos por lo que se consideran como valores máximos.

14.- BALANCE ENERGÉTICO

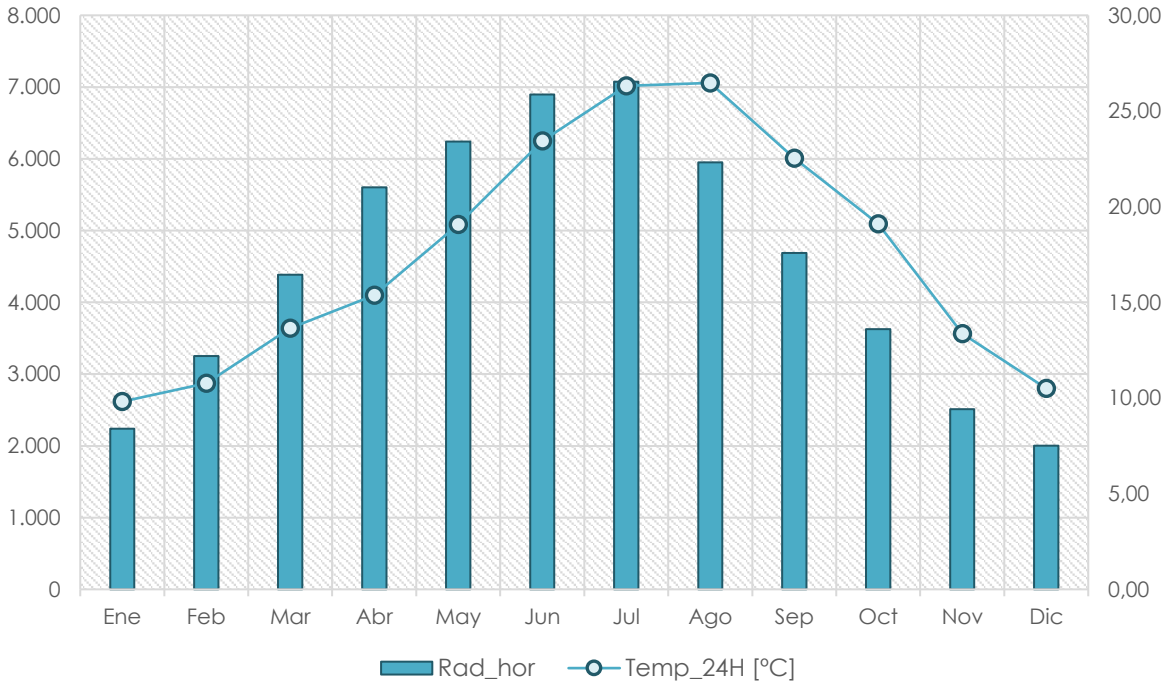
14.1.- DATOS DE RADIACIÓN Y TEMPERATURA AMBIENTE

Los datos de Radiación y Temperatura ambiente que se han utilizado en la simulación se han obtenido de la base de datos de PVSOL. A continuación, se muestran las medias mensuales de la base de datos utilizada:

Base de datos climatológica

Base de Datos:	Meteonorm 7.2
Emplazamiento:	39° 40' 29" N, 0° 33' 8" O
Elevación:	210 m.s.n.m
Radiación_h anual	1.659 kWh/m²
Temperatura media	17,53 °C

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Rad_hor [Wh/m² día]	2.238	3.251	4.385	5.602	6.241	6.898	7.076	5.951	4.686	3.626	2.513	2.004
Temp_24h [°C]	9,81	10,78	13,64	15,38	19,07	23,44	26,32	26,47	22,54	19,11	13,36	10,50

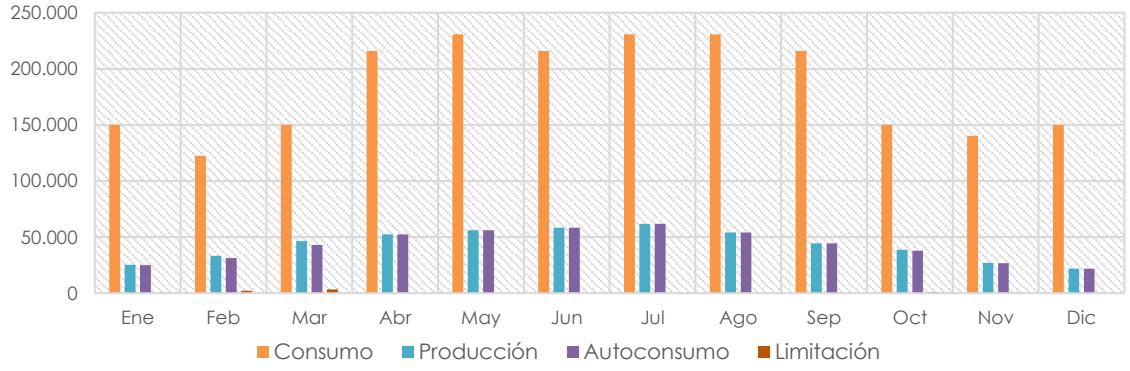


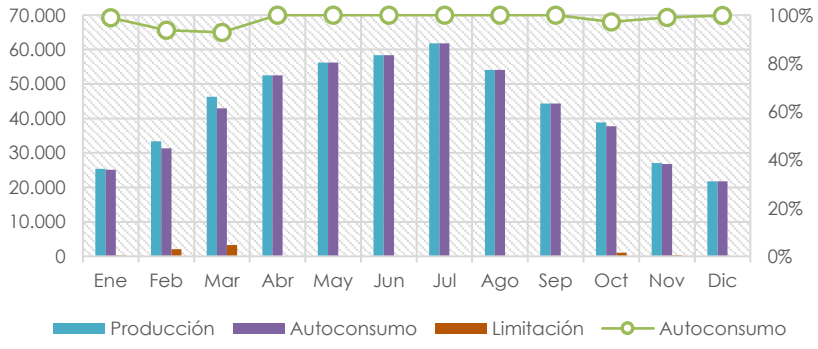
14.2.- BALANCE AUTOCONSUMO

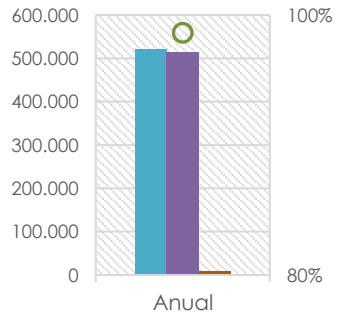
Resultados SIMULACIÓN

	Consumo [kWh]	Producción [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Excedente [kWh]	Autoconsumo [%]
Ene	149.892	25.364	25.100	264	99%
Feb	122.233	33.398	31.297	2.101	94%
Mar	149.892	46.282	42.981	3.301	93%
Abr	215.958	52.518	52.518	0	100%
May	230.547	56.243	56.243	0	100%
Jun	215.958	58.394	58.394	0	100%
Jul	230.547	61.785	61.785	0	100%
Ago	230.547	54.124	54.124	0	100%
Sep	215.958	44.313	44.313	0	100%
Oct	149.892	38.843	37.774	1.069	97%
Nov	140.282	27.049	26.773	276	99%
Dic	149.892	21.785	21.743	42	100%
Anual	2.201.597	520.098	513.045	7.053	99%

Balance Energético

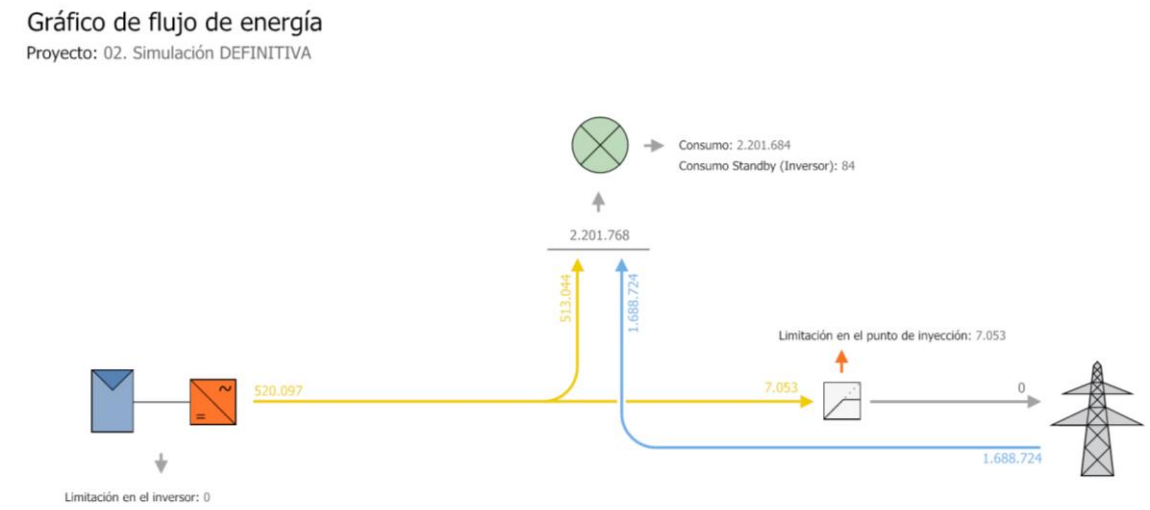


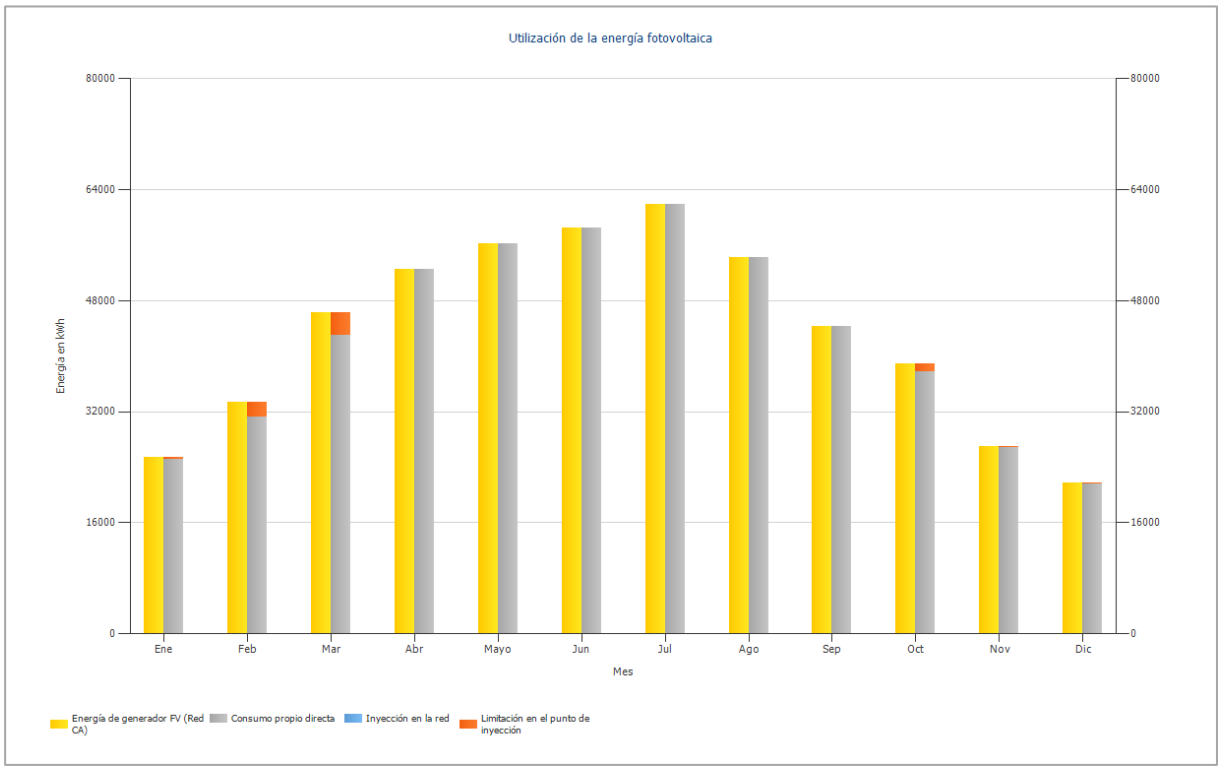


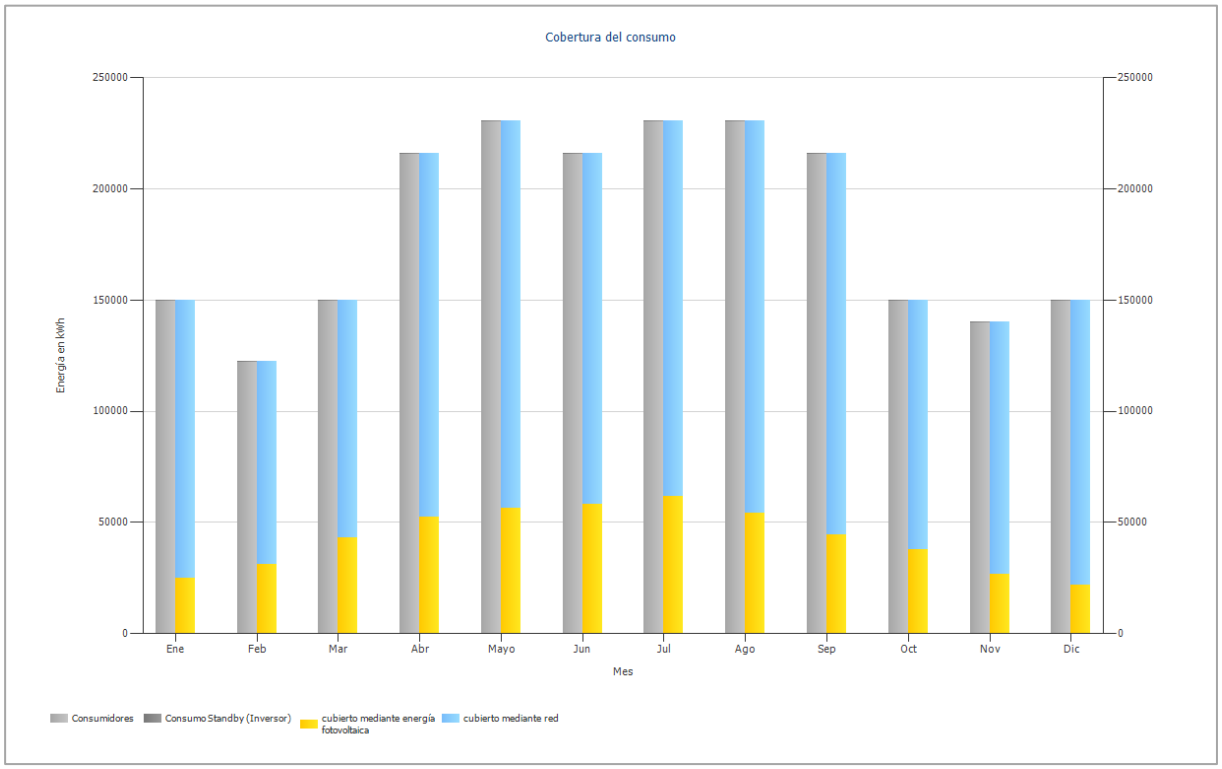


14.3.- ESQUEMA DE FLUJOS DE ENERGÍA

A continuación se muestra el flujo de energía anual de la Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo proyectada:






Cobertura del consumo
Energía en kWh
250000
200000
150000
100000
50000
0
Ene
Feb
Mar
Abr
Mayo
Jun
Jul
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic
Mes
Consumidores
Consumo Standby (Inversor)
cubierto mediante energía fotovoltaica
cubierto mediante red