



**RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO**

---

**COLEGIADO1**

**RODRIGUEZ  
CENTENO AITOR -**

Firmado digitalmente por RODRIGUEZ CENTENO AITOR -  
Nombre de reconocimiento (DN): CN = RODRIGUEZ CENTENO  
AITOR - , SN = RODRIGUEZ CENTENO, G = AITOR, C = ES  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Fecha: 2020.12.23 10:55:26 +01'00'

**COLEGIADO2**

**COLEGIADO3**

**COLEGIO**

**COLEGIO**

**OTROS**

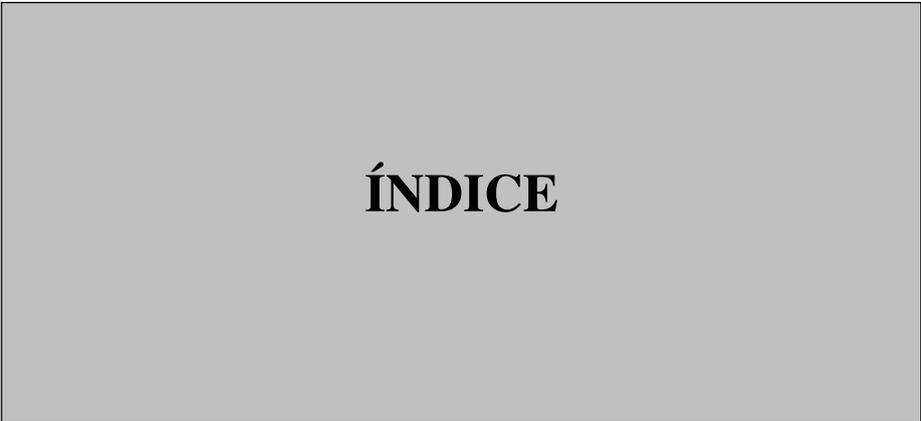
**OTROS**

**ANTEPROYECTO:**

**INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOVOLTAICA  
DE CONEXIÓN A RED  
DE 8,65 MW<sub>p</sub> EN ALTA TENSIÓN,  
LODOSA (NAVARRA)**

**UBICACIÓN: Lodosa (Navarra)**

**PROYECTO: 1807377 Alba Renova Navarra**  
**Aitor Rodríguez Centeno**  
**ALBA RENOVA, S.L.**

A large, light gray rectangular box with a thin black border, containing the word "ÍNDICE" in a bold, black, serif font, centered within the box.

**ÍNDICE**

## ÍNDICE

I-	MEMORIA JUSTIFICATIVA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	4
1.	DATOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	5
2.	EMPLAZAMIENTO.....	5
3.	DESCRIPCIÓN DE LA DE LA INSTALACIÓN.....	5
4.	INTRODUCCIÓN. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	6
5.	REGLAMENTACIÓN Y NORMAS APLICABLES.....	9
6.	CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES.....	10
7.	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED.....	11
8.	OBRA CIVIL Y CANALIZACIONES.....	16
9.	DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE ACONDICIONAMIENTO Y OBRAS CIVILES.....	20
10.	UBICACIÓN FINAL Y DELIMITACIÓN FINAL DE LAS INSTALACIONES.....	25
11.	AFECCIONES PREVISTAS.....	25
12.	MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS.....	28
13.	PLAN DE EJECUCIÓN.....	29
14.	ACEPTABILIDAD DE REE DE ACCESO A RED.....	30
II-	MEMORIA JUSTIFICATIVA DE DE LA INSTALACIÓN EN ALTA TENSIÓN .....	32
III-	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	59
1.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA EN BAJA TENSIÓN.....	60
2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA INSTALACIÓN DE AT.....	66
IV-	PLIEGO DE CONDICIONES .....	86
V-	ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	92
VI-	PRESUPUESTO .....	99
VII-	PLANOS.....	102
VIII-	ANEXOS.....	107
	1. FICHAS TÉCNICAS	
	2. CALCULOS PRODUCCIÓN INSTALACIÓN SOLAR	
	3. CONDICIONES TÉCNICAS COMPAÑÍA ELÉCTRICA	
	4. AUTORIZACIÓN TERRENOS	
	5. CONTRATACIÓN ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL	
	6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
IX.	SEPARATAS	

## ÍNDICE

I-	MEMORIA JUSTIFICATIVA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	4
1.	DATOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	5
2.	EMPLAZAMIENTO.....	5
3.	DESCRIPCIÓN DE LA DE LA INSTALACIÓN.....	5
4.	INTRODUCCIÓN. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	6
5.	REGLAMENTACIÓN Y NORMAS APLICABLES.....	9
6.	CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES.....	10
7.	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED.....	11
8.	OBRA CIVIL Y CANALIZACIONES.....	16
9.	DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE ACONDICIONAMIENTO Y OBRAS CIVILES.....	20
10.	UBICACIÓN FINAL Y DELIMITACIÓN FINAL DE LAS INSTALACIONES.....	25
11.	AFECCIONES PREVISTAS.....	25
12.	MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS.....	28
13.	PLAN DE EJECUCIÓN.....	29
14.	ACEPTABILIDAD DE REE DE ACCESO A RED.....	30
II-	MEMORIA JUSTIFICATIVA DE DE LA INSTALACIÓN EN ALTA TENSIÓN .....	32
III-	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	59
1.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA EN BAJA TENSIÓN.....	60
2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA INSTALACIÓN DE AT.....	66
IV-	PLIEGO DE CONDICIONES .....	86
V-	ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	92
VI-	PRESUPUESTO .....	99
VII-	PLANOS.....	102
VIII-	ANEXOS.....	107
1.	FICHAS TÉCNICAS	
2.	CALCULOS PRODUCCIÓN INSTALACIÓN SOLAR	
3.	CONDICIONES TÉCNICAS COMPAÑÍA ELÉCTRICA	
4.	AUTORIZACIÓN TERRENOS	
5.	CONTRATACIÓN EIA SIMPLIFICADO	

**I. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE  
DE LA INSTALACIÓN  
FOTOVOLTAICA**

## 1. DATOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

### 1A. Datos relativos a la Ingeniería e Instalador:

**Nombre o razón social de Ingeniería e Instalación:** Alba Renova (Albayalde Renova, S.L.)

**Dirección:** Av. Estella 36 - 31300 Tafalla (Navarra)

**Teléfono:** 948 70 10 70

**e-mail:** [aitor.rodriguez@albarenova.com](mailto:aitor.rodriguez@albarenova.com)

### 1B. Datos relativos al promotor de la instalación solar:

**Promotor:** Solar Fotovoltaica Navarra S.L.

**CIF promotor:** B71004782

**Dirección para comunicaciones:**

ALBA RENOVA, S.L.

Avenida Estella, 36 – 31.300 Tafalla (Navarra)

Teléfono: 948 70 10 70

## 2. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN



Fig. 1 Distribución de las parcelas. Fuente imagen: SITNA

### Localización catastral:

En la figura, se indican los terrenos inicialmente propuestos para realizar la instalación solar. En la actualidad se estudia la instalación sobre las parcelas 321 del polígono 6 y 1814 del polígono 1, pudiendo ser ampliados o sustituidos en la definición del proyecto por algunas de las parcelas citadas a continuación u otras cercanas. La orografía, características del suelo y condicionantes técnicos serán fundamentales a la hora de designar la ubicación definitiva:

Polígono	Parcela	Ha	Referencia Catastral
1	1814	10,01	310000000001263667MG
1	1837	5,8	310000000002227174RP
1	1813	15,34	310000000001263666XF
1	1516	5,16	310000000001263643TB
1	1810	5,7	310000000001263663LA
6	321	25,69	310000000001264942AE

Tabla 1 Localización catastral de la Huerta Solar Alba Renova

### **3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN**

Se realizarán dos plantas que compartirán la misma subestación y línea de evacuación, porque comparten el mismo punto de acceso y conexión a la red de distribución y de transporte.

La Planta I: Alba Renova C1, será de 8,65 MWp y la planta II: Alba Renova II (Lamparilla) de 8,18 MWp, que no es objeto de este proyecto.

Se cuenta con autorización por parte de la compañía Distribuidora y por parte de Red Eléctrica Española (REE) en ambas plantas.

La capacidad estimada máxima entre ambas plantas fotovoltaicas sería de 16,83 MWp y 15,55 MW, con una superficie de generadores fotovoltaicos aproximada de 82.133 m<sup>2</sup>, según la potencia disponible en el mercado de paneles fotovoltaicos, la superficie fotovoltaica, se podría reducir, utilizando módulos de mayor eficiencia.

#### **Planta I:**

El objeto del presente anteproyecto consiste en la definición de la Planta I, con las siguientes características:

**Potencia nominal estimada inversores:** 8.250 kW (3x2750kVA) a 25°C

**Potencia pico total:** 8.650,6 kWp

**Superficie generador FV:** 14.357,7m<sup>2</sup>

**Energía anual estimada a inyectar a la red (kWh):** 11.958.089 con instalación fija. En caso de seguimiento a dos ejes, este valor se incrementaría en torno a un 20%.

### **4. INTRODUCCIÓN. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO**

#### **4.1. INTRODUCCIÓN**

El actual sistema energético está basado en fuentes de combustibles fósiles, los cuales por su propia naturaleza son limitados y acarrearán una serie de problemas tanto medioambientales y sociales como de sostenibilidad, entre los que podemos citar el "efecto invernadero", la "lluvia ácida" y la deforestación.

Los sistemas solares fotovoltaicos utilizan como fuente de energía la luz solar y los podemos considerar como energías limpias e inagotables.

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y el Real Decreto 900/2015 del 9 de octubre de 2015, establecen medidas de regulación para asegurar la sostenibilidad económica y financiera del sistema y permitir un nivel de competencia efectiva en el sector eléctrico, todo ello dentro de los principios de protección medioambiental de una sociedad moderna. Las instalaciones de producción de energía deberán cumplir con la normativa vigente del sector eléctrico: RD 413/2014, de 6 de junio, RD 1955/2000 y RD 15/2018.

Los sistemas fotovoltaicos de conexión a la red eléctrica están contemplados en el Plan de Fomento de las Energías Renovables elaborado en España con el objeto de cumplir los acuerdos internacionales, en los que se acuerda incrementar la generación mediante fuentes renovables en la de energía primaria consumida y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

El funcionamiento básico de una instalación solar fotovoltaica de conexión a la red, consiste en la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún paso intermedio, por medio de un campo de módulos fotovoltaicos y a través

de un inversor de corriente y tensión continua en corriente y tensión alterna que inyecta a la red eléctrica de distribución mediante conexión en paralelo a la misma con los sistemas de protección requeridos, bien a la tensión de salida del inversor, de 230V ó 400 V, y a través de un Centro de Transformación que eleva la misma a la tensión de una línea de Media Tensión, conectada a la subestación, que la elevará hasta 66kV hasta el entronque con la red de distribución de Alta Tensión.

#### **4.2.ANTECEDENTES.**

**La instalación fotovoltaica** pretende ser realizada según el apartado 3 y en la ubicación que se detalla en el apartado 2 para su conexión a la red de distribución. Inicialmente, se solicitó a la Distribuidora y a REE la realización de la instalación solar en las siguientes parcelas detalladas a continuación:



**Fig. 2 Distribución de las parcelas. Fuente imagen: SITNA**

#### **Localización catastral:**

POBLACIÓN	CÓDIGO POSTAL	POLIGONO	PARCELA	SUPERFICIE TOTAL (m <sup>2</sup> )
Lodosa	31580	9	346	46.302,70
		8	408	52.687,31
Cárcar	31579	10	273	227.356,53
		10	274	166.072,81
		10	275	68.928,62

En enero de 2019 se realiza la primera consulta previa de viabilidad y del alcance del EIA al Órgano ambiental correspondiente y en marzo de 2019, responde que según la O.F 64/2006 de 24 de Febrero se prohíbe la instalación de parques solares en suelo no urbanizable de protección con valor ambiental, que en el caso de Cárcar se ha integrado en el PGM, y considera que dicha instalación puede tener afección a la avifauna esteparia. Alba Renova en marzo de 2020, realiza una nueva consulta para solicitar la viabilidad de modificar o adaptar la O.F 64/2006, al objeto de que suelos como los afectados no se encuentren con una prohibición absoluta para ejecutar parques solares, excediendo de lo señalado en el POT 5, Eje del Ebro y en el LIC Yesos de la Ribera Estellesa y en julio de 2.020 el órgano ambiental considera que de ninguna manera es posible reducir el impacto ambiental que generaría la ejecución de los parques solares en los terrenos que estaban destinados para ello, por esa razón, se trasladan las dos instalaciones al lugar más cercano del punto de conexión y que no comprometa suelo de valor ambiental.

Tras la negativa medioambiental, se han valorado varios terrenos en diferentes poblaciones adyacentes, considerando los que se proponen en el presente proyecto como adecuados para desarrollar el proyecto.

Se pretende mediante el presente documento definir un proyecto fotovoltaico en la ubicación indicada, así como establecer las principales condiciones para el cálculo y seguridad requeridas por la normativa vigente para la producción y aporte a la red de distribución de la energía eléctrica de origen fotovoltaico. Así mismo el presente anteproyecto también tendrá como finalidad servir de referencia para la tramitación del proyecto.

Por todo ello se encarga la definición del proyecto, dirección de obra y ejecución a la empresa **ALBA RENOVA S.L.**, que tiene como actividad principal el diseño e instalación de sistemas solares fotovoltaicos. También, realiza sistemas geotérmicos, eólicos, biomasa, eléctricos, climatización y otros relacionados con la energía. Así como la intermediación y coordinación en la elaboración y ejecución de proyectos de instalaciones de energía.

ALBA RENOVA, S.L. realiza el estudio de una planta de las características citadas y la realización del presente proyecto lo realiza el abajo firmante Aitor Rodríguez Centeno, Ingeniero Industrial, colegiado número 500 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra.

De forma simultánea al presente proyecto se realizarán por parte de la propiedad o técnicos que la misma designe, los estudios y petición de licencias necesarios para la legalización de la actividad en el ayuntamiento o instituciones que correspondan.

La estimación de la energía a verter a red se realiza conforme a datos disponibles para instalación fija con la tecnología propuesta. Dicha producción será recalculada en función de la tecnología utilizada, no descartando una posible instalación con seguimiento solar.

El diseño de la instalación se realiza con los equipos adecuados en el momento de la redacción de la presente Memoria Técnica. El diseño podrá ser modificado y adaptado en el momento de la elaboración del proyecto y su ejecución para optimizar los recursos técnicos y económicos en función de las tecnologías disponibles en el mercado en ese momento, no sobrepasando la potencia pico establecida.

**ALBA RENOVA** realizó solicitud a la Compañía Distribuidora i-DE y a REE por encargo de **SOLAR FOTOVOLTAICA NAVARRA S.L.**, para la conexión de este parque solar y el punto de evacuación de la energía generada.

En el presente documento se realiza una primera valoración de las características y viabilidad técnica, para la solicitud de la Autorización Administrativa previa e incluso su probable impacto sobre el medio ambiente y análisis preliminar de los efectos previsibles sobre los factores ambientales, las principales alternativas y un diagnóstico preliminar del medio ambiente afectado por el proyecto de la instalación solar fotovoltaica de 8,65 MWp en el término municipal de Lodosa (Navarra). La solicitud a la compañía eléctrica de distribución, fue realizada para conexión en Alta Tensión.

### **4.3.OBJETO DEL ANTEPROYECTO**

El presente anteproyecto tiene por objeto el **planteamiento** de la instalación descrita en el apartado 3 y su tramitación legal en la Administración y compañía eléctrica.

En él, se perfilan las **condiciones técnicas** mínimas que debe cumplir para su conexión a la red y **asegurar su calidad** en cuanto a rendimiento, producción e integración, así como el **correcto funcionamiento** de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que la forman. Por todo ello, por medio del presente anteproyecto se solicitará la Autorización Administrativa Previa ante el Departamento de Industria del Gobierno de Navarra y al órgano ambiental correspondiente, junto con la evaluación de impacto ambiental del proyecto; así como los trámites necesarios para su ejecución.

## **5. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS APLICABLES**

El presente estudio queda condicionado al Pliego de Condiciones Técnicas, suministrado por parte de la compañía eléctrica Iberdrola que se señala en el Anexo 3 siendo de aplicación y Reglamentación existente, dando cumplimiento a las mismas.

### **5.1. REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES CONSIDERADAS**

En la redacción de este anteproyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a Instalaciones Subterráneas de AT contenida en los Reglamentos siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014.
- 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 223/2008 de 15 de febrero BOE 19-03-08: Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT).
- 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 222/2008 de 15 de febrero por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre de Regulación del Sector Eléctrico.
- Normas UNE/IEC y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Norma Iberdrola NI 52.95.03, sobre tubos de plástico corrugados para canalizaciones de redes subterráneas.
- Norma Iberdrola NI 50.20.41, sobre arquetas prefabricadas de hormigón para canalizaciones subterráneas.
- Manual Técnico de Iberdrola Distribución MT 3.53.01-2019 y MT 3.53.02

- Manual Técnico de Iberdrola Distribución MT 2.21.52 y MT 2.80.14

Además de las normas IBERDROLA que existan, y en su defecto normas UNE, EN y documentos de Armonización HD, se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

## **6. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES**

### **6.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES**

Durante el proyecto, se instalarán 8.650,95 kWp distribuidos en 16.170 módulos fotovoltaicos sobre estructuras fijas, con un ángulo de inclinación en torno a 30° o inclinación más adecuada tras estudio geotécnico. Si los estudios sobre el terreno lo permitiesen, se estudiará la posibilidad de instalación con seguimiento solar.

La instalación fotovoltaica se caracteriza por ser simple, silenciosa, de larga duración, de elevada fiabilidad, apenas requiere mantenimiento y no produce contaminación ambiental.

Presenta tres subsistemas claramente diferenciados:

**Grupo generador fotovoltaico:** está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos, encargados de captar la luz del sol y transformarla en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiación solar recibida.

**Inversores:** son dispositivos electrónicos, que basándose en tecnología de potencia, transforman la corriente continua procedente de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna, de la misma tensión y frecuencia que la de la red. De esta manera la instalación fotovoltaica puede operar en paralelo con la red.

**Protecciones:** esta parte representa y constituye una configuración de elementos que actúan como interfaz de conexión entre la instalación fotovoltaica y la red en condiciones adecuadas de seguridad, tanto para personas, como para los distintos componentes que la configuran. Por ello se requieren unas protecciones necesarias de acuerdo a lo estipulado en el **Real Decreto 1699/2011** por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia y por el **RD 413/2014** de 6 de junio, que regula el proceso de conexión del resto de instalaciones de producción, el **RD 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 y modificaciones del **RD 560/2010**, del 7 de mayo; **RD 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**; **R.D 3275/1982** Reglamento Condiciones Técnicas para **Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación**.

Asimismo, deben instalarse los elementos de facturación y medida de acuerdo al mismo Real Decreto.

De lo expuesto anteriormente se desprende que la electricidad obtenida en los módulos fotovoltaicos se inyectará en la red. Esto supone una circulación de corriente eléctrica, lo cual determina una potencia eléctrica a transportar a través de una línea eléctrica, desde el punto de generación hasta el punto de interconexión con la red.

Esta distancia se verá dividida eléctricamente en tres tramos según la naturaleza de la corriente.

- Un primer tramo para suministrar corriente continua al inversor desde los paneles fotovoltaicos.

- Un segundo tramo, tras realizar la conversión mediante el inversor, para suministrar corriente alterna en baja Tensión y pasar a un Centro de Transformación para elevarla a 20kV en Media Tensión.
- Un tercer tramo, tras realizarse la elevación de Media Tensión de 20kV en los centro de transformación, conectados a la subestación que elevará la tensión para conectar a la Línea de Alta Tensión de la red de distribución de 66kV.

El sistema consta, además, de las necesarias protecciones y la correspondiente instalación de puesta a tierra.

Así pues, la instalación queda estructurada como sigue:

- Módulos fotovoltaicos.
- Estructura soporte.
- Puesta a tierra.
- Inversores.
- Centros de Transformación.
- Líneas eléctricas.
- Protecciones BT y AT.
- Subestación
- Línea de evacuación.

## **6.2.EMPLAZAMIENTO**

Polígono	Parcela	Ha	Referencia Catastral
1	1814	10,01	310000000001263667MG
1	1837	5,8	310000000002227174RP
1	1813	15,34	310000000001263666XF
1	1516	5,16	310000000001263643TB
1	1810	5,7	310000000001263663LA
6	321	25,69	310000000001264942AE

**Tabla 2 Detalle de las parcelas opcionales para la instalación Solar Fotovoltaica**

Los emplazamientos descritos en el apartado 2 se consideran adecuados para la realización de la huerta solar, por su proximidad a la estación de Quel y cercanos a la línea en la que la Compañía Distribuidora ha autorizado su conexión.

Las parcelas a utilizar no cuentan con restricciones medioambientales que puedan impedir su instalación.

Una de las ventajas de estos terrenos es que permiten ejecutar la obra civil con el mínimo de afecciones ambientales, por las facilidades de accesos de la que disponen los emplazamientos y por la cercanía a la red de distribución eléctrica, lo que implica mínimas afecciones en la construcción de la línea de evacuación.

Los emplazamientos se encuentran catalogados en el SITNA como Tipo y uso del suelo como Secano y sólo considera tierra de cultivo SECANO para la ubicación de la instalación solar fotovoltaica. Lo que está catalogado como pasto o uso forestal, se preservará del mismo modo.

El emplazamiento cuenta con parques eólicos próximos.

## **6.3.ACCESOS**

Las parcelas propuestas están situadas al norte de la población de Lodosa. El acceso a las parcelas, se realiza desde de la carretera nacional NA-134, en el término municipal de Lodosa.

## **7. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED**

### **7.1. CONSIDERACIONES**

La disponibilidad de energía solar se verifica utilizando los datos meteorológicos sobre los valores promedios mensuales diarios de radiación solar en un plano horizontal.

Se considera la radiación del término de Lodosa con altitud 376 m sobre el nivel del mar, se calcula que la radiación solar promedio diaria por mes en el plano horizontal.



**Fig. 3 Irradiación promedio Lodosa**

Por lo tanto, los valores de la radiación solar anual en el plano horizontal son **1.567,9 kWh/m²**

Para el cálculo utilizado en el dimensionamiento de la presente instalación se recogen datos disponibles de la estación meteorológica más cercana relativos a radiación y temperatura, principalmente.

### **7.2. ENERGÍA GENERADA**

La energía total anual estimada para la huerta solar Albarenova C1, con la inclinación indicada y considerando pérdidas es de **11.958.089 kWh/año**.

Este es el caso de instalación fija. En caso de instalación con seguimiento, se incrementaría entre un 20% y un 30%, en función del tipo de seguimiento.

El siguiente cuadro muestra los valores energéticos mensuales producidos por la instalación fotovoltaica:

A continuación se aprecia la estimación de la energía generada por ambas instalaciones:

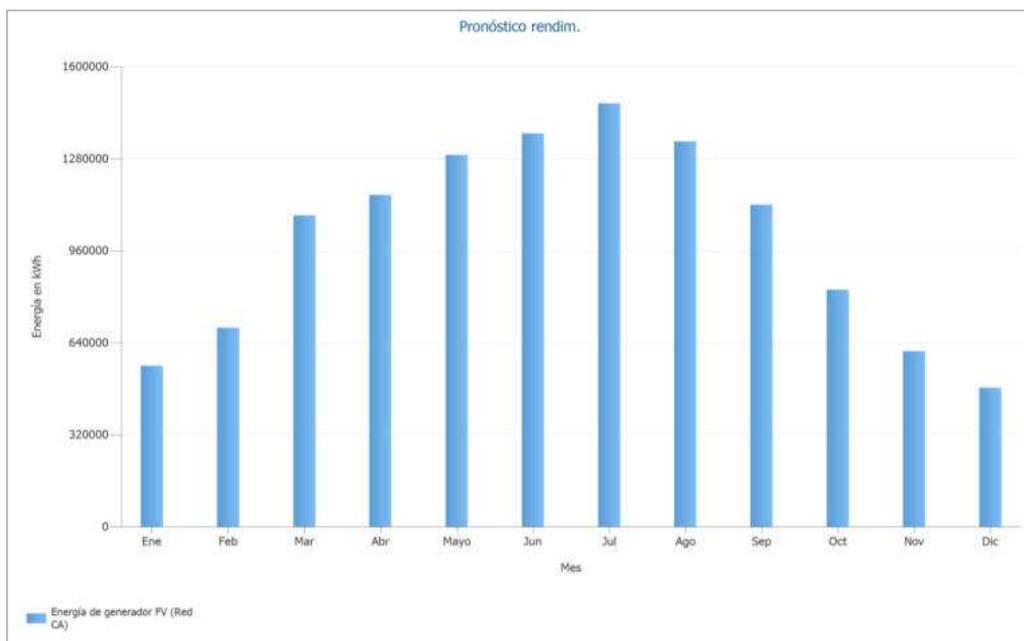


Fig. 4 Energía mensual producida por la instalación

### 7.3. EMISIONES EVITADAS

La huerta solar situada en el término municipal de Lodosa, supone un ahorro de emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero, siendo los más relevantes por su incidencia negativa sobre el medio ambiente, el CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero.

Del mismo modo, se evita el consumo de **1.030,87 tep** (tonelada equivalente de petróleo), anuales.

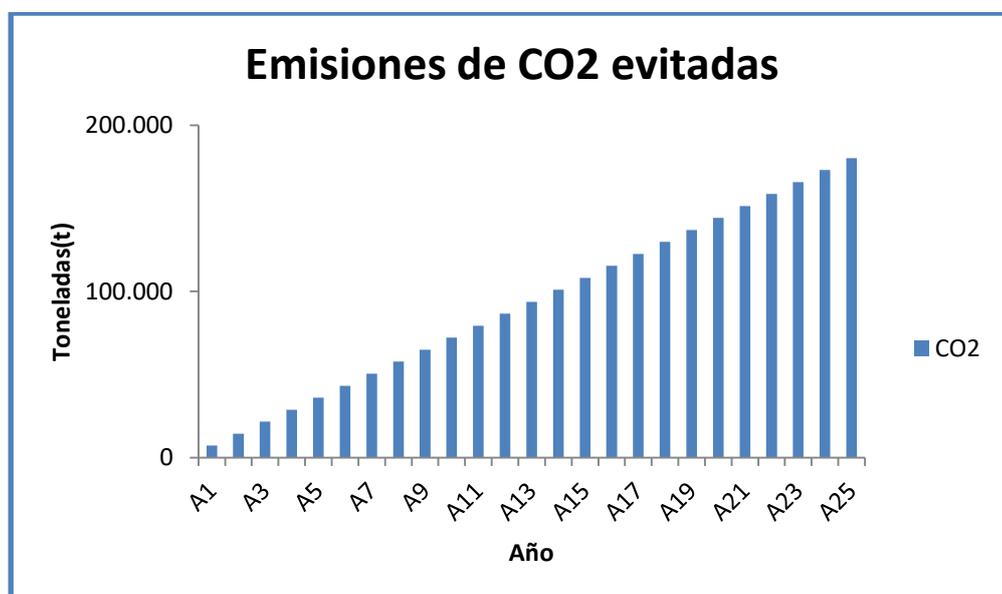


Fig. 5 Emisiones de CO2 evitadas en 25 años

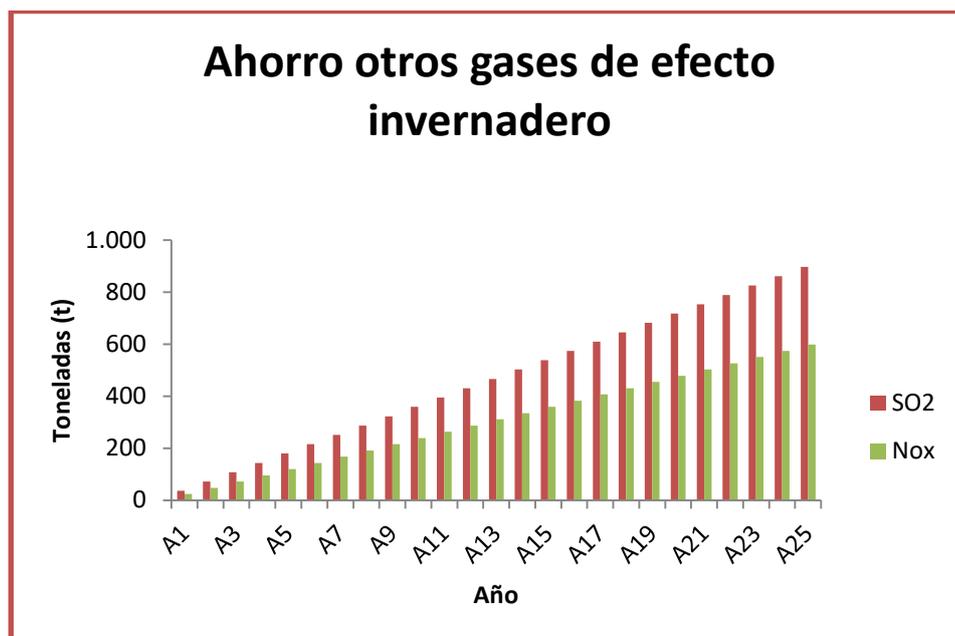


Fig. 6 Emisiones Óxidos Azufre y de Nitrógeno (GEI) evitadas en 25 años

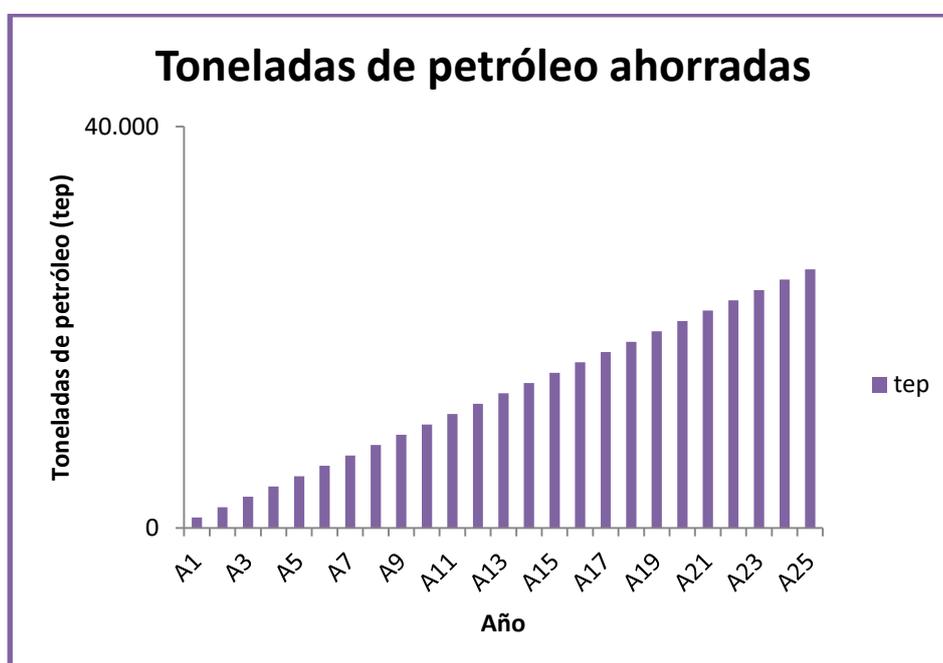


Fig. 7 Toneladas de petróleo evitadas en 25 años

La generación de energía de origen renovable es una importante contribución al mix energético.

Actualmente el mecanismo del mercado energético favorece a las nucleares por ofrecer una energía a bajo coste, lo cual también impacta desfavorablemente al medio ambiente, por los desechos de alto nivel de las centrales nucleares, que son alrededor de 20 a 30 toneladas por cada reactor.

#### **7.4. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA**

Se realiza diseño de la instalación con los equipos adecuados en el momento de la redacción del presente documento. El diseño podrá ser modificado y adaptado en el momento de la elaboración del proyecto y la ejecución para optimizar los recursos técnicos y económicos en función de las tecnologías disponibles en el mercado en ese momento, no sobrepasando la potencia pico establecida.

Se trata de una instalación con las siguientes características, para la Planta I:

<b>Datos Técnicos iniciales de la instalación solar fotovoltaica de conexión a red</b>	
<b>Inclinación</b>	30°
<b>Fabricante del módulo</b>	Trina Solar
<b>Modelo del módulo</b>	TSM-DE19M-535Wp
<b>Número total de módulos a instalar</b>	16.170
<b>Potencia unitaria del módulo (Wp)</b>	535
<b>Potencia total de la instalación (kWp)</b>	8.650,95
<b>Fabricante del inversor</b>	SMA
<b>Modelo del inversor</b>	Sunny Central 2750-EV
<b>Potencia nominal total del inversor (kW)</b>	3 x 2750
<b>Número de inversores propuestos</b>	3

Tabla 3 Datos Técnicos de la instalación Fotovoltaica

#### **7.5. MODULOS FOTOVOLTAICOS**

Los módulos fotovoltaicos que se han empleado para el diseño de la instalación tienen las siguientes características:

<b>Generador fotovoltaico</b>	
<b>Fabricante del módulo</b>	Trina Solar o similar
<b>Modelo del módulo</b>	TSM-DE19M-535
<b>Potencia unitaria del módulo (Wp)</b>	535
<b>Dimensiones (mm)</b>	2384×1096×35
<b>Eficiencia (%)</b>	21,2

Tabla 4 Características del Módulo FV

Es posible utilizar el módulo descrito u otro de similares características.

#### **7.6. CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR/ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN**

El inversor transforma la corriente continua en alterna y la adapta para poder ser vertida en la red eléctrica. La fiabilidad de estos aparatos condiciona el funcionamiento y seguridad de la planta, por ello se opta por un fabricante de reconocido prestigio internacional, cuyos equipos cumplen toda la normativa necesaria en España, SMA.

El inversor cuenta con transformador de aislamiento galvánico y protecciones de clase II, tanto en el lado de continua como en el de alterna.

Los inversores se fabrican conforme a las normas:

- Marcado CE

- Directiva EMC, EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3
- Directiva Baja Tensión: EN 50178
- Posibilidad desconexión manual
- Conforme al 1663/2000.

Características generales del inversor en estudio:

<b>Características eléctricas del inversor</b>	
Inversor trifásico	Sunny Central 2750-EV
Potencia nominal:	<b>2.750 kW</b>
Potencia máxima:	2750 kVA
Euroeficiencia	98,5 %
Eficiencia máxima:	98,7 %
Rango de tensión de entrada STC:	875 - 1425 Vdc
Tensión DC máxima:	1.500 V
Intensidad DC máxima de cortocircuito:	6.400A
Tensión AC nominal:	480-690V
Intensidad AC nominal:	2646 A
Rango de Frecuencia de salida operativa:	50/60 Hz
Cos fi:	1
Distorsión armónica (HTD):	<3%

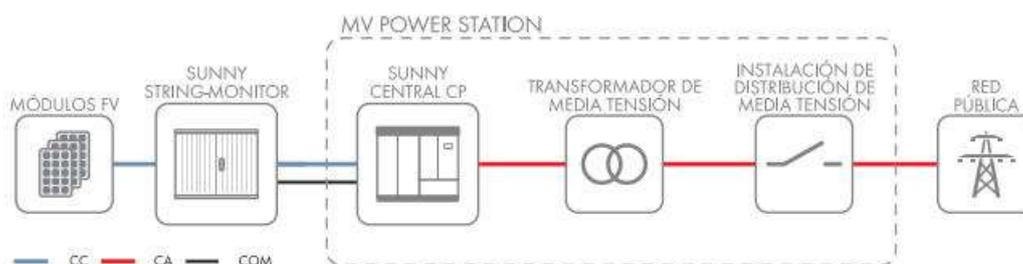
**Tabla 5 Características técnicas del Inversor de la Inst. FV**

Protecciones Sunny Central 2750 - EV	Transformador de autoalimentación
	Protección contra sobretensión de CC
	Tipo de protección según IEC 60529 <sup>7</sup>
	Tipo de protección según IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2)

**Tabla 6 Protecciones del Inversor**

Tras los inversores se instala transformador de Media Tensión y sus correspondientes celdas de protección de acuerdo a la normativa de Iberdrola MT.3.53.01 de las Condiciones Técnicas de Instalación de Producción Eléctrica Conectada a Red de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.

La configuración descrita se representa en el siguiente diagrama de la Fig. 8:



**Fig. 8 Conexión a red de instalación solar fotovoltaica**

## **7.7. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y CONEXIÓN**

A continuación se detallan algunas características de los dispositivos de protección y conexión y se incluyen esquemas unifilares y multifilares básicos de la instalación.

### **Cableado**

Para su cálculo se utilizan caídas de tensión máximas de 1% en la parte de continua y del 1% en la de alterna.

La composición del cable es cobre electrolítico recocido en la parte conductora, bajo la norma IEC 228 y polietileno reticulado RV-K 0,6/1 kV en la parte de aislamiento según UNE 21123.

Se utilizará cable tipo DN-K 0,6/1kV o similar en la zona exterior de conexionado del campo fotovoltaico y RV-K 0,6/1 kV en la zona canalizada y de distribución hasta inversores.

### **Estructura soporte**

Se considera una estructura fija con orientación sur con estructura de aluminio o acero galvanizado e inclinación de 30º.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación de Sur y el ángulo de inclinación apropiado al mejor rendimiento según la ubicación de la instalación, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

En primer lugar, se tratarán de utilizar las conducciones existentes y se realizará obra civil, donde corresponda.

## **8. OBRA CIVIL Y CANALIZACIONES**

A partir del punto de conexión otorgado por la compañía distribuidora IBERDROLA S.A., se realizará la canalización subterránea o aérea para el trazado de la acometida que dará suministro a la instalación fotovoltaica que se describe a continuación:

### **8.1. TRAZADO**

La línea de proyecto derivará de la red de 66 kV. Discurrirá de modo subterráneo o aéreo hasta la celda de entrada de línea en el nuevo C.M. La línea de A.T. se realizará mediante conductores de aluminio acero, para una disposición de los conductores en doble circuito con un conductor por fase. Desde la primera celda de línea de salida del nuevo C.M, se tenderá otra línea hasta la celda de entrada de línea en el C.M. de Iberdrola, para cerrar el bucle o se adaptará a las condiciones solicitadas por la compañía.

## **8.2. LONGITUD Y TRAYECTO LÍNEA DE ALTA TENSIÓN**

La longitud de la línea en alta tensión dependerá de la ubicación final de los equipos en la planta y el punto de conexión final designado.

## **8.3. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.**

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. Se estiman cruzamientos, proximidades y paralelismos con la carretera NA-134 y canalizaciones eléctricas de baja tensión y de telecomunicaciones de la propia instalación solar.

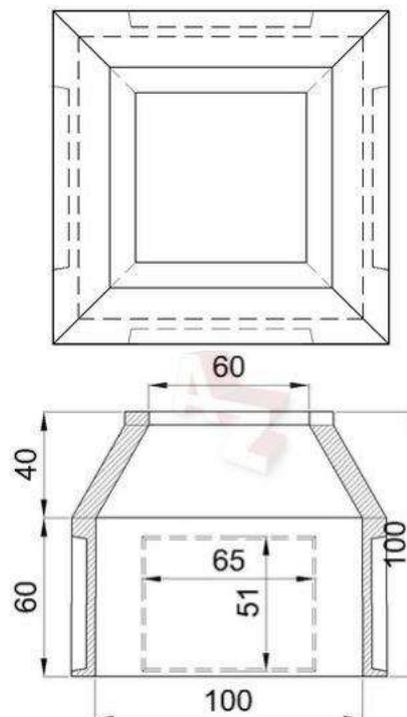
No habrá cruzamientos, proximidades y paralelismos con ferrocarriles, tuberías de agua, de saneamiento y de evacuación de pluviales.

## **8.4. CANALIZACIÓN ENTUBADA**

La conducción subterránea se realizará con tubos corrugados dispuestos sobre lecho de arena y enterrados en zanja. Para el relleno de la misma se utiliza tierra procedente de la excavación y con el mismo pavimento de las vías actuales.

## **8.5. ARQUETAS**

Se instalan de arquetas prefabricadas de tipo modular, modelo ET-600x1000, normalizadas por Iberdrola, de las siguientes medidas:



## 8.6. ZANJAS Y ENTERRAMIENTO

Para los tramos subterráneos, se utilizará canalización con una profundidad de 1 m.

La zanja, estará constituida por dos tubos de  $\varnothing 160$  mm de diámetro, dispuestos sobre lecho de arena y enterrados en zanja.

Los cables de media tensión irán enterrados en zanja en el interior de tubos.

No deberá instalarse más de un cable tripolar por tubo o más de un sistema de tres unipolares por tubo. La relación de diámetros entre tubo y cable o conjunto de tres unipolares no será inferior a 1,5. En el caso de instalar un cable unipolar por tubo, el tubo deberá ser de material magnético.

*Tubos de corta longitud:* Se entiende por corta longitud, canalizaciones tubulares que no superen longitudes de 15 m (cruzamientos de caminos, carreteras, etc.). En este caso, si el tubo se rellena con aglomerados especiales, no será necesario aplicar coeficiente de corrección de intensidad alguno.

*Tubos de gran longitud:* En el caso de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo, se utilizarán los valores de intensidades indicados en la Tabla 7, calculados para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K.m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

**Tabla 7 Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV tubo**

Las condiciones de la zanja serán:

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalará más

de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón. Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no.

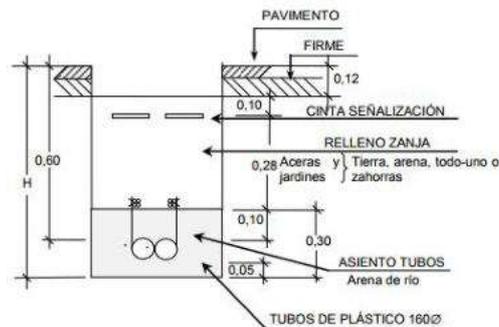
Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La canalización deberá tener una señalización para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

#### CANALIZACIÓN ENTUBADA ACERA/TIERRA

Redes de 12/20 kV hasta 240 mm<sup>2</sup> inclusive, un circuito por tubo. Canalización entubada con 2 tubos 160 mm Ø

Dimensiones en m

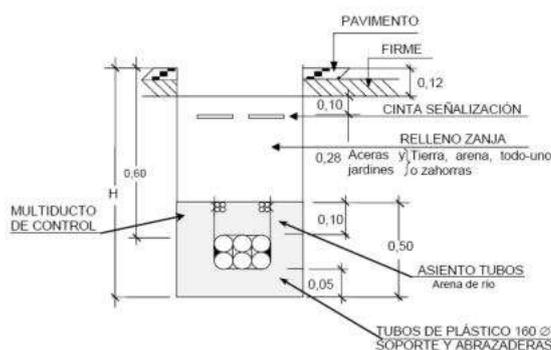


Plano 1 Canalización entubada redes de MT 12/20 kV con dos tubos de 160mm

#### CANALIZACIÓN ENTUBADA ACERA/TIERRA

Redes de 12/20 kV hasta 240 mm<sup>2</sup> inclusive, un circuito por tubo. Canalización entubada con 6 tubos 160 mm Ø.

Dimensiones en m



Plano 2 Canalización entubada redes de MT 12/20 kV con tubos de 160mm en dos planos

## **9. DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE ACONDICIONAMIENTO Y OTRAS OBRAS CIVILES**

Al iniciar la ejecución de instalación de huerta solar, se deberá acondicionar y preparar el terreno, realizar zanjas, canalizaciones del cableado, cimentaciones de las estructuras y de los seguidores en el caso que se instalen.

Las principales actividades de la obra civil son:

- Preparación de accesos a la obra
- Despeje y desbroce, considerando: remoción, retiro y acopio de la capa vegetal, nivelación del terreno y recuperación de la capa vegetal.
- Excavaciones para las cimentaciones de la subestación y de las estructuras, incluyendo los seguidores.
- Apertura y tapado de zanjas para las conexiones eléctricas.
- Vallado perimetral de un cercado de 2m de altura, realizado con malla simple torsión galvanizada.
- Extendido de tierras vegetales.

### **9.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

La topografía del terreno es inclinada lo que favorece a la ubicación de los módulos, y sin que afecte de modo negativo en la producción debido a las sombras. Serán necesarias canalizaciones subterráneas, las cuales han de cumplir con los requisitos mínimos en sus dimensiones de igual manera, facilitar los trabajos de montaje, operación y mantenimiento en la totalidad de la instalación e infraestructura.

### **9.2. EDIFICACIONES**

El proyecto de la huerta solar, contemplará alguna edificación prefabricada para inversores y transformadores de BT/MT, Subestación y Centro de Seccionamiento y medida.

#### **9.2.1. INVERSORES Y TRANSFORMADORES BT/MT**

Inversores solares y transformadores elevadores de baja a media tensión en contenedores de 40 pies o similar, distribuidos por toda la instalación, llamados MVPS (Medium Voltage Power Station).

#### **9.2.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO**

Estará ubicado en una construcción independiente destinada únicamente a esta finalidad.

Su acceso estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

Sus reducidas dimensiones y su escasa altura, permite reducir el impacto visual.

#### **9.2.3. CENTRO DE MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD**

Se instalará un sistema de seguridad perimetral en la planta solar, consistente en un sistema de detección perimetral mediante fibra óptica con luz láser adosado al vallado en toda su longitud y con los cuadros de control necesarios que albergarán

los analizadores responsables de discriminar los distintos eventos (rotura del cable F.O. vibraciones, golpes, etc.) e informarán a una central de alarmas.

Existirá prefabricado para alojar los equipos de seguridad contra intrusos y para los equipos de monitorización y control de la planta. Durante la vida útil de la instalación, no habrá permanencia de personal en el centro de modo continuo, sin embargo estará disponible para cuando se visite la huerta, en caso de mantenimiento o trabajos especiales que se deban realizar.

Algunas características de estos edificios son:

### **Compacidad.**

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- calidad en origen,
- reducción del tiempo de instalación,
- posibilidad de posteriores traslados.

### **Facilidad de instalación.**

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

### **Material.**

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

### **Equipotencialidad.**

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

### **Impermeabilidad.**

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

### **Grados de protección.**

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

### **Envolvente.**

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

### **Suelos de la edificación.**

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapanán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

### **Puertas y rejillas de ventilación.**

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

### **Medida de la energía eléctrica.**

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.5 con medida:
- Activa: bidireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

#### **9.2.4. SUBESTACIÓN**

La subestación, será propiedad del promotor (SOLAR FOTOVOLTAICA NAVARRA, S.A.), y el centro de seccionamiento automatizado de línea AT en DC, será cedido a IBERDROLA DISTRIBUCIÓN.

Para realizar el proyecto conforme al punto de conexión concedido actualmente, sería necesario desarrollar una línea de evacuación de 4,3 Km hasta el punto de acceso actual, que discurriría subterránea o aéreamente, en cuanto a las mínimas afectaciones posibles a realizar. Dado que el proyecto ha cambiado de ubicación, se realizará solicitud de conexión sobre la misma línea Quel-Alcanadre 66 kV en el punto más cercano a los nuevos terrenos. Dicho punto se encuentra a unos 300 metros aproximadamente. Quedará pendiente la respuesta de la Compañía Distribuidora para confirmar este punto.

### **9.3. CUMPLIMIENTO DEL DECRETO FORAL 129/1991**

El decreto foral 129/1991, de 4 de abril, establece normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas con el objeto de proteger a la avifauna, evitando la posibilidad de que algunas especies protegidas de aves mueran por electrocución o a causa del choque contra los tendidos.

En el futuro, pudiera ser necesario atravesar la carretera con cableado para evacuación para realizar alguna ampliación. Se podría optar por tendido aéreo o subterráneo, aunque se optará por el modo subterráneo para cruzar la carretera NA-134 y se tendrán en cuenta las normas establecidas en el DF 129/1991 para la construcción de la líneas si fuera necesario.

### **9.4. PLAZO DE LA INSTALACIÓN**

Una vez disponibles todas las autorizaciones administrativas requeridas por el Gobierno de Navarra y la compañía eléctrica, se prevé un plazo aproximado de ejecución de los trabajos de instalación de las módulos para la Fase 1 del proyecto de 10 meses, incluida la obra civil y la infraestructura eléctrica.

### **9.5. PROGRAMA DE GESTIÓN**

El objetivo que se pretende con la instalación de los módulos solares fotovoltaicos es la generación de energía eléctrica de forma renovable, aprovechando la energía solar.

### **9.6. DATOS DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL HUERTO SOLAR**

#### **Personal:**

Se dispondrá de un equipo técnico para realizar los trabajos de operación y mantenimiento de la planta solar, actuaciones que se realizarán de forma periódica.

Entre las actividades está el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Es necesario que un equipo de técnico trabaje de manera continua en la planta durante su vida útil.

#### **Suministro de agua consumo:**

En principio, no se dispondrá de punto de suministro de agua de consumo, por lo que no afectaría a la actividad.

#### **Gestión de residuos:**

Este apartado se explicará con más detalle en el plan de gestión de residuos del proyecto, sin embargo se hacen las siguientes consideraciones.

Antes de realizar cualquier trabajo y de que se produzcan los residuos, se tendrá en cuenta la posible reducción, reutilización y reciclado de cualquier tipo de residuo, entre los cuales están:

#### Papel y cartón:

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por el personal que realiza los trabajos y lo trasladará al gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

#### Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que resultará de embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por el personal que realiza los trabajos y lo trasladará al gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

Madera. En palets, restos de corte, etc.

Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Tal como se ha mencionado anteriormente, todo residuo generado, se recogerá y se transportará a los gestores de residuos autorizados para su tratamiento y eliminación. No se estima almacenamiento de volúmenes grandes de residuos, durante la vida útil de la instalación.

#### **Emisiones a la atmósfera y medidas correctoras:**

No se producen emisiones de humos ni polvo durante la actividad, por lo que no es necesario aplicar medidas correctoras.

#### **Prevención de ruidos y vibraciones:**

El nivel de ruidos emitidos estará entre los límites permitidos.

En el caso de estructuras fijas, el ruido, será prácticamente nulo, debido a la inexistencia de partes móviles en las placas solares.

En caso de realizarse con estructuras motorizadas con seguimiento, éstas cumplen con los estándares. El ruido y las vibraciones son mínimas, ya que se trata de motores de baja velocidad.

#### **Protección contra incendios:**

Se instalarán extintores adecuados para fuego de origen eléctrico y extintores de polvo en la Subestación Eléctrica de Transformación, según normativa.

#### **Tráfico de vehículos:**

Durante la actividad y de forma periódica, el tráfico de vehículos se limitará al de un técnico de operaciones y mantenimiento, solamente en los momentos que sea necesario.

#### **Infraestructura eléctrica:**

Consta de un tendido eléctrico de B.T. y de A.T.

El tendido eléctrico en Baja Tensión de corriente continua desde los generadores fotovoltaicos hasta los inversores y otra parte en Corriente Alterna para los servicios auxiliares del huerto solar.

El tendido en Alta Tensión para evacuación de la energía, a través de conducciones enterradas de 66kV en AC, y con conexión a la Subestación Eléctrica de Transformación (Apartado 10.3 de Edificaciones).

### **Obra civil:**

-Descrita en el apartado 8.

- Excavaciones que incluyen, replanteo, extracción y extendido de la capa vegetal, transporte al lugar de acopio, nivelación, saneo, adecuación y creación de pistas de acceso de enlace entre las diferentes zonas de la obra.

-No se realizará demoliciones de ningún tipo, ni tala de árboles.

## **10. UBICACIÓN FINAL Y DELIMITACIÓN FINAL DE LAS INSTALACIONES**

A la vista del estudio del medio físico, de las visitas realizadas in situ y de las consideraciones realizadas, y con el fin de minimizar en la medida de lo posible las afecciones al medio, se propone una ubicación de las instalaciones que ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Se tomarán medidas para no afectar los Hábitats catalogados de interés o prioritarios en las parcelas adquiridas o en sus cercanías.

- Se tomarán medidas para no afectar las zonas con vegetación natural de interés, limitándose las instalaciones a las zonas que han sido campos de cultivo hasta fechas recientes.

De esta forma se considera que se salvaguardan convenientemente los valores ambientales existentes en el lugar.

## **11. AFECCIONES PREVISTAS**

En el presente capítulo se realizará una descripción y valoración de las afecciones posibles sobre los diversos aspectos del medio considerados, distinguiendo las derivadas de la fase de ejecución de las obras propias de la instalación durante su vida útil, y siempre refiriéndose al espacio afectado por las instalaciones. Hemos de señalar que la elección del espacio a utilizar se ha realizado de modo que las afecciones sean las mínimas posibles.

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) simplificado, que se envía a la administración, contendrá toda la documentación necesaria para la correcta evaluación de las afecciones previsibles, incluyendo la descripción del medio físico, matrices de impacto y evaluación de impacto y dará respuesta a las exigencias del Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local.

Incluye también estudio de impacto a la avifauna.

### **11.1. Geología y geomorfología**

Aunque el proyecto supone un movimiento de tierras en las parcelas indicadas, no cabe esperar la existencia de afecciones de ningún tipo sobre la geología y la geomorfología propias de la zona, ni en la fase de ejecución ni durante la vida útil de la instalación.

### **11.2. Edafología**

Las afecciones al suelo durante la fase de obras son derivadas de la remoción y retirada de las capas superficiales del perfil de horizontes, más concretamente se removerá la superficie correspondiente a la primera fase y en a futuro una totalidad

de las parcelas para garantizar la estabilidad de las actuaciones proyectadas. Estas afecciones se consideran poco significativas y serán permanentes.

### **11.3. Hidrología superficial**

No se prevé, durante la fase de ejecución del proyecto, la existencia de afecciones significativas sobre las aguas superficiales. Durante dicha fase, se tendrá especial cuidado en el manejo de aceites usados de las maquinarias empleadas, lo que se establecerá en el capítulo de medidas correctoras y vigilancia ambiental.

En la fase de explotación de las instalaciones tampoco se prevén afecciones a la hidrología, ya que los taludes resultantes se revegetarán convenientemente.

### **11.4. Hábitats de interés**

Las afecciones previstas durante la ejecución de las obras y en fase de explotación serán principalmente sobre los cultivos de la parcela, durante el movimiento de tierras.

### **11.5. Vegetación**

Según las condiciones climáticas y edafológicas hacen que la vegetación potencial de la zona sea variada.

Las afecciones a la vegetación son las derivadas de la eliminación, por el movimiento de tierras, de la vegetación existente. Por este motivo la elección del lugar es de vital importancia para minimizar las afecciones a la vegetación.

Tal y como se ha comentado en los ítems anteriores, los cultivos existentes en todo el área de actuación son cultivos anuales de secano.

No hay notificación alguna de vegetación autóctona relevante en la parcela cultivable ya que ha sido utilizada hasta la actualidad como campo de cultivo agrícola.

En todo caso, se tendrá un especial cuidado de modo que la maquinaria de ningún tipo pueda invadir, ni pisotear, ni alterar la vegetación arbustiva de parcelas adyacentes.

Sin embargo, estas consideraciones serán expuestas más extensamente en la evaluación de impacto ambiental.

### **11.6. Fauna**

Lo mismo que en el caso de otros aspectos, la ubicación de las instalaciones evita lugares con vegetación autóctona, barrancos, regachos... para minimizar las afecciones a la fauna.

En lo referente a las afecciones a la fauna es conveniente distinguir las afecciones derivadas de la fase de ejecución de las derivadas de la fase de vida útil.

En la fase de ejecución del proyecto, las afecciones podrían ser principalmente las derivadas de las molestias a la fauna generadas por las obras de movimientos de tierras, tráfico y colocación de los módulos solares. Su limitada extensión, tanto temporal como espacial, conllevará una afección que puede considerarse de bajo nivel.

La ejecución de las obras, por otro lado, no supone una merma apreciable de hábitats para la fauna.

En cuanto a las afecciones en la vida útil de la instalación, serán muy escasas, ya que no existen partes móviles significativas a efectos de producirse colisiones de

las aves con los módulos, y hay que considerar que el espacio ocupado por la "Huerta Solar" es pequeño en relación con las áreas de campeo tan extensas.

Otra de las afecciones que hay que analizar en el caso de la fauna es el vallado perimetral que protege las instalaciones. Como se ha indicado en la descripción de las instalaciones, este vallado dejará en toda su longitud una altura de 15 cm para permitir el paso de la fauna, de modo que no actuará de barrera.

### **11.7. Paisaje**

Del análisis realizado de los elementos del paisaje, a su calidad y fragilidad, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- La ejecución de las obras previstas, supondrá un cambio en la configuración actual de las parcelas. En cualquier caso, también se ha determinado que la calidad visual de la misma es baja, por lo que el cambio no supone un empeoramiento significativo de las condiciones actuales.

- La lejanía de los cascos urbanos Lodosa, favorece la integración de la actuación en el paisaje. Además, la accesibilidad visual limitada a la carretera no va a ser un factor que suponga un incremento significativo de la fragilidad del entorno.

Se considera que una vez realizada la instalación, no se verá alterada la calidad visual del entorno.

Por tanto, se considera que la afección al paisaje de la instalación proyectada se debe calificar como moderada, dado que no se produce una afección sobre elementos singulares o de elevada calidad visual, ni el tipo de instalación proyectada supone una merma importante de los valores del entorno, aunque resultará visible desde un número elevado de puntos del territorio.

### **11.8. Patrimonio histórico cultural**

Uno de los trámites a realizar es la solicitud del informe del Patrimonio Histórico sobre la existencia de yacimientos arqueológicos en la zona afectada por el proyecto, en la ubicación descrita, en el apartado 2.

Si aparecieran restos arqueológicos de importancia, se tomará la decisión de excavar o sellar la zona para seguir manteniendo dichos restos. En caso de no aparecer restos arqueológicos, se solicitará a la Administración, la liberación de dichas zonas para poder actuar y ejecutar la instalación solar, si fuera necesario.

### **11.9. Procesos**

Los únicos procesos destacables han sido la erosión. Como en los casos anteriores, la elección de un buen emplazamiento es la mejor garantía e minimizar las afecciones ambientales.

Las instalaciones se sitúan en lugares de baja pendiente. De esta forma se garantiza que no se van a aumentar significativamente los procesos erosivos en la fase de obras.

En la fase de vida útil de la actividad tampoco se verán aumentados significativamente los procesos erosivos, si bien la eliminación de la cubierta vegetal en los primeros años puede suponer un aumento de arrastre de los materiales finos.

Este efecto se minimizará con la colonización paulatina de la vegetación autóctona.

### **11.10. Atmósfera**

Durante los trabajos de instalación de la planta solar fotovoltaica, no se produce ningún tipo de afección a la atmósfera, salvo el poco significativo aumento de las emisiones de CO2 derivado del transporte de los elementos a instalar.

Una vez terminada la fase de construcción, y durante toda la fase de vida útil, la afección sobre la atmósfera será positiva dado que la instalación es un proyecto de generación de electricidad por medio renovables, sin emisiones de CO2, y permitirá la reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera derivadas de la producción de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles durante al menos los 70 años de funcionamiento previsible.

### **11.11. Emisión de ruidos**

Las afecciones por emisión de ruidos quedarán circunscritas a la fase de ejecución de las obras y serán las derivadas del aumento de los niveles sonoros producidos por el uso de vehículos y maquinaria. Dada la distancia de las parcelas a del núcleo urbano de Lodosa, no se rebasará los niveles máximos admisibles, por los que se considera que la afección será poco significativa.

### **11.12. Aumento del tráfico pesado**

El tráfico pesado previsto para la ejecución de obras, tanto en lo referente a movimientos y acondicionamientos del terreno, como a la colocación de los módulos solares, en su primera fase es de 6 camiones semanales durante 3 meses.

Como se ha comentado con anterioridad, se dispone de buenos accesos desde la carretera hasta las parcelas, por lo que no se prevé una afección significativa por el aumento de tráfico pesado por la zona.

En la fase de vida útil no existirá tráfico pesado, salvo en casos de repartición o sustitución de elementos estropeados.

## **12. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS**

### **12.1. Medidas preventivas**

Las medidas preventivas serán de aplicación en la fase de ejecución del proyecto y perseguirán limitar al máximo las afecciones causadas por las diversas acciones contempladas en el mismo.

En relación con el tránsito de vehículos, maquinaria y movimiento de tierras en la zona de las obras, se establecen las siguientes medidas preventivas:

- El tránsito de vehículos y maquinaria entre los diversos puntos de la obra se realizarán por los caminos existentes. En aquellas acciones que impliquen de manera necesaria el tránsito fuera de los caminos, éste se realizará exclusivamente en los terrenos libre de vegetación natural de matorral.

- Se evitará en lo posible el tránsito de vehículos y maquinaria sobre terrenos cuando estos se encuentran húmedos, con objeto de evitar sobre compactaciones y de facilitar su recuperación.

- No se transitará en ningún caso por terrenos forestales.

- En el caso de que, para la ejecución de determinadas labores, fuese necesario la modificación de caminos agrícolas existentes o el paso por otras fincas estas deberán quedar perfectamente restaurados.

- No se verterán tierras, ni productos de las excavaciones en terrenos naturales con vegetación autóctona.

- No se verterá ningún producto nocivo, peligroso, ni contaminante (como aceite usado u otros) sobre las zonas naturales adyacentes a las instalaciones.

- No se arrancará ni lesionará con la maquinaria la escasa vegetación arbustiva cercana.

En relación con la construcción de cimentaciones se establecen las siguientes medidas preventivas:

- Los materiales procedentes de las excavaciones que hayan sido reutilizados en las obras, podrán ser extendidos en las fincas de cultivos de secano si, por sus características edáficas, resultarán aptos para dicho uso. En caso contrario, deberán ser trasladados a vertedero, pero nunca vertidos directamente sobre las zonas naturales adyacentes.

- Durante el manejo del hormigón, se evitará que queden restos del mismo sobre el terreno, fuera de las propias cimentaciones. No se permitirá la limpieza de los camiones hormigonera en la zona de las obras ni en sus inmediaciones.

En relación con las labores de montaje de apoyos y módulos solares, no deberán quedar en la zona de las obras restos de embalajes, flejes, puntas de cables o cualquier otro material. Con objeto de evitar la dispersión de restos de materiales ligeros por la acción del viento, éstos deberán ser recogidos a medida que se vayan produciendo y no al final de la obra.

En relación con la construcción de la parte subterránea de las instalaciones se establecen las siguientes medidas preventivas:

- Los materiales procedentes de la excavación de las zanjas que no hayan sido reutilizados en las obras podrán ser extendidos en las fincas de cultivo de secano si, por sus características edáficas, resultaran aptos para dicho uso. En caso contrario, deberán ser trasladados a vertedero.

En relación con la prevención de afecciones sobre restos o yacimientos arqueológicos no catalogados, se establecerá un seguimiento arqueológico básico de toda la obra, que consistirá en un control por parte del personal técnico en arqueología de todas aquellas actuaciones que supongan remociones sobre el terreno.

## **12.2. Medidas correctoras**

Las medidas correctoras que caben destacar son las siguientes:

Medidas correctoras para la vegetación:

Se revegetarán todos los taludes generados, taludes interiores a las instalaciones, ya que no existirán taludes exteriores a la misma.

### 13. Plan de ejecución del Proyecto

Se prevé un plazo de ejecución de 18 meses, incluyendo la obra civil propia de la línea de evacuación y de la subestación, las cuales tienen un plazo de ejecución mayor que el del montaje y puesta en marcha de la instalación solar.

Se considera un plan de ejecución para el montaje de las dos instalaciones solares fotovoltaicas de manera simultánea.

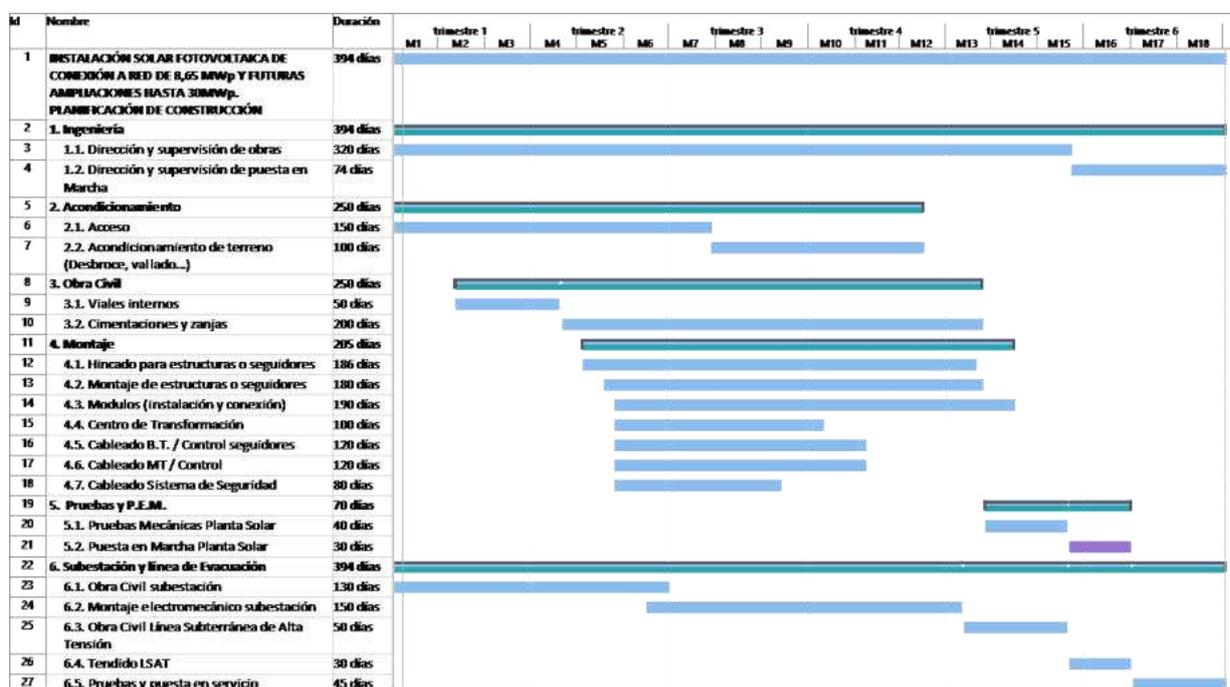


Fig. 9 Cronograma de actividades. Ver Anexo

### 14. ACEPTABILIDAD DE REE DE ACCESO A RED

En el momento de la emisión de este anteproyecto, REE ha autorizado la conexión de 8,65 MWp en la línea QUEL-ALCANADRE que pasa muy cercana a las parcelas. Sin embargo, se solicitará cambio del punto de conexión para acercarlo al emplazamiento propuesto y realizar las menores afectaciones posibles, disminuyendo el recorrido de la línea de alta tensión de forma significativa.

En este momento, el nudo de la red de transporte de Quel ya no admite más capacidad para nuevas instalaciones fotovoltaicas, siendo otra instalación de 8,1 MWp la que ha completado la capacidad de dicho nudo, concedida también a Solar Fotovoltaica Navarra y Alba Renova.

Confirmado el punto de conexión y la intención firme de ejecución del promotor, garantizada mediante aval bancario, queda pendiente la Autorización Ambiental correspondiente para poder ejecutar dicha instalación.

Fdo. **Aitor Rodríguez Centeno**  
 Ingeniero Industrial  
 Colegiado nº 500

## **II. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE DE LA INSTALACIÓN EN ALTA TENSIÓN**

## DATOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

### 1A. Nombre o razón social de Ingeniería e Instalación:

Alba Renova (Albayaalde Renova, S.L.)  
**Dirección:** Av. Estella 36 - 31300 Tafalla (Navarra)  
**Teléfono:** 948 70 10 70  
**e-mail:** [aitor.rodriguez@albarenova.com](mailto:aitor.rodriguez@albarenova.com)

### 1B. Datos relativos al promotor de la instalación solar:

**Promotor:** Solar Fotovoltaica Navarra S.L.  
**CIF promotor:** B71004782  
**Dirección para comunicaciones:**

ALBA RENOVA, S.L.  
Avenida Estella, 36 – 31.300 Tafalla (Navarra)  
Teléfono: 948 70 10 70

## 1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN

**Tipo:** Instalación de Conexión a red  
**Potencia nominal total inversor:** 8,25MW  
**Potencia pico total:** 8.650,95 MWp  
**Energía anual estimada a inyectar a la red (kWh):** 11.958.089 kWh

## 2 EMPLAZAMIENTO



Fig. 10 Distribución de las parcelas. Fuente imagen: SITNA

### Localización catastral:

El estudio inicial pretende realizar la instalación solar, sobre las parcelas 321 del polígono 6 y 1814 del polígono 1 que se citan a continuación. Sin embargo, se incluyen otros posibles terrenos anexos donde podrá ser ubicada la instalación. La decisión final para la ubicación definitiva será tomada en función de estudios de

detalle de los terrenos, pudiendo ser ubicado en las parcelas que se detallan a continuación o en parcelas cercanas.

Polígono	Parcela	Ha	Referencia Catastral
1	1814	10,01	310000000001263667MG
1	1837	5,8	310000000002227174RP
1	1813	15,34	310000000001263666XF
1	1516	5,16	310000000001263643TB
1	1810	5,7	310000000001263663LA
6	321	25,69	310000000001264942AE

**Tabla 8 Localización catastral de la Huerta Solar Alba Renova**

La ST estará ubicada en la localidad de Lodosa, provincia de Navarra, con una superficie de terreno ocupada por la instalación de aproximadamente 1.500m<sup>2</sup>, incluido el vallado de la misma.

El emplazamiento exacto, queda reflejado en el plano de situación.

### **3 INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN. GENERALIDADES**

El presente anteproyecto, describe el diseño, cálculos e instalación de Alta Tensión, utilizado para verter la energía generada por la instalación solar fotovoltaica de conexión a red de distribución de 66kV.

La compañía eléctrica (i-DE), concede el punto de conexión en la LAAT Quel-Renfe Alcanadre y por tanto se debe realizar toda la instalación en AT para cumplir con los requisitos exigidos la normativa actual y de las entidad distribuidora de energía.

La subestación será propiedad de Solar Fotovoltaica Navarra S.L.

En la memoria se describen las principales características de la instalación de alta tensión y de la línea de evacuación hacia la red de 66kV de la Compañía Eléctrica.

#### **3.2 ANTECEDENTES**

Se pretende mediante el presente Proyecto Técnico fijar las condiciones técnicas de cálculo y de seguridad requeridas por la normativa vigente para la instalación de Alta Tensión de la planta solar fotovoltaica.

El presente anteproyecto desarrolla los elementos que formarán parte de la instalación de Media Tensión, para la solicitud de la Autorización Administrativa Previa, ante el Gobierno de Navarra.

Por todo ello se encarga el proyecto y ejecución de la instalación a **ALBA RENOVA S.L.**, empresa que tiene como actividad, entre otras, la instalación de sistemas solares, geotérmicos, eólicos, biomasa, eléctricos, climatización y otros relacionados con la energía. Así como la intermediación y coordinación en la elaboración y ejecución de proyectos de instalaciones de energía.

**ALBA RENOVA** realiza el proyecto considerando la conexión de la instalación en el Apoyo 292 de la Línea QUEL-Alcanadre, propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Sin embargo, se solicitará cambio del punto de conexión para acercarlo al emplazamiento propuesto y realizar las menores afectaciones posibles, disminuyendo el recorrido de la línea de alta tensión de forma significativa.

El presente proyecto, lo realiza el abajo firmante Aitor Rodríguez Centeno, Ingeniero Industrial, colegiado número 500 del Colegio Oficial de Ingenieros

Industriales de Navarra. En el momento de la elaboración del proyecto, la compañía distribuidora no ha emitido las condiciones **definitivas** de conexión.

El titular de la subestación y línea de evacuación es SOLAR FOTOVOLTAICA NAVARRA S.L.

De forma simultánea al presente proyecto se realizarán por parte de la propiedad o técnicos que la misma designe, los estudios y petición de licencias necesarios para la legalización de la actividad en el ayuntamiento o instituciones que correspondan.

### **3.3 OBJETO DEL PROYECTO**

El presente proyecto tiene por objeto definir las condiciones técnicas, necesarias para el cálculo, diseño y construcción del sistema de transformación 20/66kV, cuyo fin es elevar la tensión de la instalación generadora a la de la Red de Distribución para la evacuación de la energía generada.

La empresa ALBA RENOVA propone realizar una instalación solar de conexión a red ubicada en el emplazamiento descrito en el apartado anterior, dicha instalación va a inyectar su energía en las redes de Alta Tensión de la empresa distribuidora IBERDROLA (I-DE). Por lo tanto la instalación contará con bloques de inversores con centros propios de transformación y una red interior en MT que se conectará a la subestación del cliente y medida de Punto Frontera. Motivado por ello se presenta la necesidad de instalar un sistema de interconexión de línea en MT de 20kV y una subestación transformadora a 66kV.

Se instalará línea subterránea y aérea de Alta Tensión, para la evacuación de la energía generada entre la subestación y el Centro de Seccionamiento que será cedido a la compañía eléctrica.

El objeto del presente proyecto es por tanto el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación fotovoltaica, la red eléctrica de alta tensión y la subestación reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa previa. Éste proyecto está vinculado al Proyecto de otra planta solar de 7,3MW, en el mismo emplazamiento y que compartirán el mismo punto de conexión a red, la subestación y la línea de evacuación de 66kV.

## **5. REGLAMENTACIÓN. DISPOSICIONES. LICENCIAS Y PERMISOS**

El presente estudio queda condicionado al Pliego de Condiciones Técnicas, suministrado por parte de la compañía eléctrica i-DE que se señala en el Anexo 3. siendo de aplicación y Reglamentación existente, dando cumplimiento a las mismas.

### **5.1. REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES CONSIDERADAS**

En la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a Instalaciones Subterráneas de AT contenida en los Reglamentos siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014.
- 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.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre de Regulación del Sector Eléctrico.
- Normas UNE/IEC y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Norma Iberdrola NI 52.95.03, sobre tubos de plástico corrugados para canalizaciones de redes subterráneas.
- Norma Iberdrola NI 50.20.41, sobre arquetas prefabricadas de hormigón para canalizaciones subterráneas.
- Manual Técnico de Iberdrola Distribución MT 3.53.01-2019 y MT 3.53.02
- Manual Técnico de Iberdrola Distribución MT 2.21.52 y MT 2.80.14

Además de las normas IBERDROLA que existan, y en su defecto normas UNE, EN y documentos de Armonización HD, se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

## 6. DATOS BÁSICOS DEL PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED

La Subestación, el Centro de seccionamiento y la línea de evacuación será diseñado de acuerdo con los valores de diseño, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 62271-200.

Los equipos eléctricos están diseñados para soportar las intensidades de diseño indicadas.

La acometida al mismo será subterránea, se conectará de la red de Alta Tensión, y la evacuación de energía se efectuará a una tensión de servicio de 66 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora i-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

La conexión se realizará según lo señalado en las condiciones de acceso y conexión de la empresa distribuidora.

### Punto y tensión de conexión

La conexión de la instalación a la red de i-DE, de los 15,55 MW de conexión a red, se realizará mediante línea de evacuación a la red de distribución de 66Kv.

### Intensidad de cortocircuito en la red de 66kV:

	Trifásica (A)	Monofásica (A)
<b>Máxima:</b>	25.000	25.000
<b>Mínima:</b>	2.728	1.690
<b>Diseño:</b>	25.000	25.000

Tabla 9 Características del Punto de conexión

El punto de conexión será en el apoyo 292 de la línea QUEL – RENFE ALCANADRE, con la construcción de un centro de seccionamiento teledirigido (dotado de tres interruptores) que realice entrada y salida de la línea, debe disponer de libre acceso desde la vía pública y que será cedido a la empresa eléctrica. El nuevo centro se

ubicará lo más cerca posible de la traza de la línea actual (a no más de 50m. del punto de conexión).

Se solicitará a la compañía eléctrica el cambio del punto de conexión para acercarlo a la instalación solar FV.

## **7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN**

La instalación en alta tensión, objeto de éste proyecto, se ajustará a las condiciones definitivas de la compañía eléctrica y a la normativa.

Entre la subestación del cliente y el CS Automatizado de Compañía, discurrirá una línea eléctrica de AT por canalización subterránea de longitud y sección adecuada para el trazado de la línea, que evacuará los excedentes de energía producida y suministrará energía para el consumo.

### **1. Subestación Transformadora.**

- a. Sistema de 66 kV compuesto de una posición de línea, posición de transformación y medida.
- b. Transformador 66/30 kV 16 MVA
- c. Sistema de 20 kV compuesto de 1 posición de transformador, 3 posiciones de línea y 1 posición de servicios auxiliares.

Las dimensiones de la nueva subestación tendrán capacidad para la instalación de una subestación normalizada.

### **2. Línea de 66 kV.**

Nuevo tramo de línea 66 kV desde la subestación SET SFN-ALBA RENOVA, hasta la ubicación de la nueva subestación por sistema subterráneo-aéreo conectando en el embarrado del CS Automatizado para entronque a la línea, en sus correspondiente posición.

### **3. Líneas M.T. 20 kV**

Dos líneas de evacuación en media tensión (20 kV) desde la nueva subestación hasta los correspondientes centros de transformación de la Planta Fotovoltaica.

Las Líneas de M.T. interiores tendrán una sección de 3\*240 mm<sup>2</sup> Al. Donde se intercalaran los respectivos centros de transformación de producción de la Planta Fotovoltaica.

### **Aislamiento**

Los materiales que se emplearán en esta instalación serán adecuados y tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, tanto para los aparatos, excepto el transformador, como para las distancias en el aire, y según vienen especificados en el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión" (ITC-RAT 12), son los siguientes:

- En 66 kV de tensión de red se adopta un valor normalizado de tensión más elevada para el material (Um) de 72,5 kV, y se elige un nivel de aislamiento nominal que soporta 325 kV de cresta a impulso tipo rayo (BIL) y 140 kV eficaces a frecuencia industrial durante 1 min.

- En 30 kV de tensión de red se adopta un valor normalizado de tensión más elevada para el material (Um) de 36 kV, y se elige un nivel de aislamiento nominal que

soporta 145 kV de cresta a impulso tipo rayo (BIL) y 50 kV eficaces a frecuencia industrial durante 1 min.

### **Telecontrol, teled medida y protecciones**

Según la normativa de i-DE, todas las instalaciones de generación conectadas a niveles de tensión superiores a 1 kV, deben estar dotadas de Telecontrol, Protecciones y Teled medida.

Teled medida: Es necesario el envío de las medidas de potencia activa, potencia reactiva y tensión al centro de control de distribución. Se deberá disponer asimismo de la indicación del estado del interruptor de conexión.

Telecontrol: Será necesario disponer de telemando sobre el equipo de conexión de la instalación a la red de i-DE.

Protecciones: Las protecciones se adecuarán a la normativa de IBD.

### **Tiempo de desconexión**

La instalación de generación tiene la responsabilidad de estar dotada de medios necesarios para admitir un reenganche sin ningún tipo de condición del interruptor de cabecera de IBD, el tiempo mínimo que esté establecido.

### **Protección anti-isla y teledisparo**

El diseño de la instalación no deberá posibilitar su funcionamiento en isla, manteniendo tensión en la red de distribución.

El generador se desconectará a través de la protección anti-isla y/o envío de teledisparo al interruptor de conexión ante incidencias y situaciones de red de baja perturbación, en las cuales la presencia del generador no garantice la seguridad y calidad de servicio en la red de distribución de i-DE, evitando el funcionamiento del generador en isla sobre la red de distribución, en aplicación de la legislación vigente. El relé anti-isla será una protección de "Derivada de Frecuencia" (hz/sg).

### **Coefficiente de pérdidas**

No aplica para éste proyecto en concreto. El punto de medida principal coincidirá con el Punto Frontera aplicando los criterios establecidos en las instrucciones técnicas complementarias, sin perjuicio de su posterior verificación. La ubicación del punto será acorde al plano unifilar propuesto por la compañía en su MT 3.53.01 y será común para el consumo y para la generación.

Por tanto, según las características de la instalación a construir y de la ubicación de la medida, no será necesario calcular el correspondiente coeficiente de pérdidas a aplicar.

## **8. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR**

La línea de alta tensión a ejecutar, tiene por objeto acceder y conectarse a la red de AT por medio de un Centro de Seccionamiento automatizado, según las condiciones técnicas proporcionadas por la compañía Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U y discurrirá por el término municipal de Lodosa (Navarra). El recorrido de las instalaciones a realizar comienza en la subestación de la instalación solar FV y finaliza en el apoyo 292 de la LAAT Quel-Alcanadre.

## **9. LONGITUD**

La línea proyectada tiene longitud total estimada de 4.3 km, aunque dependerá de la ubicación final del punto de conexión, en el caso que cambie.

Tramo	Longitud aproximada (m)
Tramo subterráneo	4.200
Tramo aéreo	100
Total	4.300

En el caso que autoricen el nuevo punto de conexión para acercar la instalación a la línea y realizar las menores afecciones posibles,

Tramo	Longitud aproximada (m)
Tramo subterráneo	300

## 10. TRAZADO

La línea eléctrica de alta tensión del proyecto derivará del nuevo CS Automatizado, discurrirá de modo subterránea y aérea hasta la subestación del cliente.

La línea subterránea de A.T. se realizará mediante conductor de aluminio (homologado por i-DE).

### DATOS TÉCNICOS NORMALIZADO POR IBERDROLA HEPRZ1

#### COMPOSICIÓN:



- Conductor:** cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- Aislamiento:** etileno-propileno de alto módulo (HEPR).
- Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- Separador:** cinta poliéster.
- Cubierta exterior:** poliolefina tipo DMZ2 no propagadora de la llama (S) de color rojo con dos bandas grises o poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

Sección (mm <sup>2</sup> )		Tensión	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x300KAI	H75	36/66(72.5) kV	(S) 20051127	E <sub>ca</sub>	20.0	38.5	44.6	51.0	3,5	900	1100
1x300KAI	H75	36/66(72.5) kV	(AS) 20080354	C <sub>ca</sub> -s1b,d2,a1	20.0	38.5	44.6	53.1	3,5	900	1100
1x500KAI	H75	36/66(72.5) kV	(S) 20046203	E <sub>ca</sub>	26.0	43.7	49.2	55.6	4,2	900	1200
1x500KAI	H75	36/66(72.5) kV	(AS) 20046248	C <sub>ca</sub> -s1b,d2,a1	26.0	43.7	49.2	57.7	4,3	1000	1200

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	36/66kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	36
Tensión nominal entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	72,5
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

(Valores aproximados)

Sección (mm <sup>2</sup> )		Tensión	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (A)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (A)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x300KAI	H75	36/66(72.5) kV	(S) 20051127	E <sub>ca</sub>	450	510	40,1	17,5	0.1000	0.279
1x300KAI	H75	36/66(72.5) kV	(AS) 20080354	C <sub>ca</sub> -s1b,d2,a1	410	475	40,1	17,5	0.1000	0.279
1x500KAI	H75	36/66(72.5) kV	(S) 20046203	E <sub>ca</sub>	550	650	66,9	17,5	0.0605	0.351
1x500KAI	H75	36/66(72.5) kV	(AS) 20046248	C <sub>ca</sub> -s1b,d2,a1	530	630	66,9	17,5	0.0605	0.351

\* De acuerdo a la norma UNE 211632, los conductores de aluminio compactado se distinguen de los de cobre con los caracteres "KAI"

\*\* Condiciones de instalación: una terna de cables bajo tubos de 160 mmØ al tresbolillo y en contacto, enterrados con centro a 1200 mm de profundidad, temperatura del terreno 25°C y resistividad térmica de 1 K.m/W.

\*\*\* Condiciones de instalación: una terna de cables al tresbolillo y en contacto, al aire a 40°C y sin exposición directa al sol.

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables con conexión de pantallas especial ("single point" o "cross bonding").

IMPORTANTE: Para valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

Las características más importantes de la línea aérea 66kV son:

Sistema.....	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz).....	50
Tensión nominal (kV).....	66
Tensión más elevada de la red (kV).....	72,5
Nº de circuitos.....	1
Nº de conductores aéreos por fase.....	1
Tipo de conductor aéreo.....	OPGW-48
Número de cable de tierra.....	1
Intensidad máxima de transporte (A).....	431,17
Potencia máxima de transporte en aéreo (MW).....	16 MW (cos fi=1)
Longitud (km).....	4 km
Tipo de aislamiento.....	Cadenas de aisladores poliméricos COMP-66-120-788
Puesta a tierra.....	Electrodo tipo pica y anillo en zona de pública concurrencia

En la red de MT del huerto solar, se realizará con línea subterránea de MT de 20kV, para la interconexión de los bloques de potencia.

Tramo		LINEAS SUBTERRÁNEAS DE MT 20kV					
Origen	Final	Tipo de conductor	Nº circuitos	Nº cond/fase	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Canalización Long.(m)/Nº tubos
SET SFN-ALBA REN	MVPS	HEPRZ1 18/30kV	1	1	240	20	18   1

Las LSMT desde el CS Automatizado hasta la interconexión a la Red de distribución, no son objeto de éste proyecto, porque será proyecto de la compañía eléctrica i-DE.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Los cables se instalarán en canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se

instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.

La instalación proyectada serán conductores unipolares enterrados bajo tubo plástico de sección  $\varnothing 160$  mm<sup>2</sup>. Se instalarán 1 tubos de reserva en esta zanja, según sección tipo. La zanja discurrirá en dos tramos, el primero desde el módulo donde se aloja el centro de transformación de MT integrado con el inversor hasta el edificio hormigonado del Centro de Seccionamiento y el segundo tramo, desde el edificio hormigonado del Centro de Seccionamiento hasta el Centro de Telecontrol y medida de Iberdrola. El trazado será recto con un pequeño cambio de dirección a los 100 m. Los cables acometerán directamente desde la salida de las celdas de la estación de MT hasta el tubo plástico de la zanja, que acometerá a la superficie con el primero, sellándose convenientemente la unión entre ambos tubos y el cableado.

## **11. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.**

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. No hay cruzamientos, proximidades y paralelismos con calles y carreteras, ferrocarriles, tuberías de agua, de saneamiento, de evacuación de pluviales, canalizaciones eléctricas de baja tensión y de telecomunicaciones.

## **12. MATERIALES**

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión (A.T.) deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435 y UNE-EN 60071-1.

La tensión más elevada del material ( $U_m$ ) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado ( $U_s$ ).

La tensión asignada del cable  $U_0/U$  se elegirá en función de la tensión nominal de la red ( $U_n$ ), o tensión más elevada de la red ( $U_s$ ), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra (categoría de la red: A, B o C).

Este apartado se referirá a las características generales de los cables y accesorios que intervienen:

### **Conductores**

Los cables utilizados en la red subterránea tendrán los conductores de aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Podrán ser unipolares o tripolares. Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y

aptos igualmente para la tensión de servicio. Los conductores elegidos son unipolares de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1, con tensión asignada 18/30 KV. Se trata de Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 18/30 kV. El conductor AISLADO empleado en la parte subterránea de la instalación es de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

Conductor:	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
Pantalla sobre conductor:	Capa de mezcla semiconductoras aplicada por extrusión.
Aislamiento:	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
Pantalla sobre el aislamiento:	Una capa de mezcla semiconductoras pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
Cubierta:	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
Tipo seleccionado:	HEPRZ1 18/30 Kv 1x240 mm <sup>2</sup> de Al

Las principales características serán:

	A	A
• Categoría de la red	12/20 kV	18/30 kV
• Tensión nominal (U <sub>0</sub> /U)	24 kV	36 kV
• Tensión más elevada (U <sub>m</sub> )	125 kV	170 kV
• Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	50 kV	70 kV
• Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial		

Los conductores de aluminio deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182, así como los conductores de acero. Las especificaciones del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio. Los conductores de cobre podrán estar constituidos por hilos redondos de cobre o aleación de cobre, de acuerdo con la norma UNE 207015.

A título informativo, se incluyen las características correspondientes a los tipos constructivos de cable. Todos los tipos constructivos se ajustarán a lo indicado en la norma UNE HD 620 y/o Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y su instrucción técnica complementaria ITC 06:

**Conductor:** Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228. En el caso del cable con aislamiento XLPE, éste estará obturado mediante hilaturas hidrófugas.

**Pantalla sobre el conductor:** Capa de mezcla semiconductoras aplicada por extrusión.

**Aislamiento:** Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR) o polietileno reticulado (XLPE). Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductoras

pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambres y contraespira de cobre.

**Obturación:** Solo aplicable a cables con aislamiento en XLPE y consistirá en una cinta obturante colocada helicoidalmente.

**Cubierta:** Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Se consideran dos tipos de cubierta normal DMZ1y cubierta DMZ2, no propagadora del incendio tipo (AS)

Tipos seleccionados: Los reseñados en la Tabla 10 y Tabla 11

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm <sup>2</sup> )	18/30 kV (pant, 25 mm <sup>2</sup> )
1x50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1x150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1x630/16	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\* Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\* Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

**Tabla 10 Recubrimiento de conductores de MT**

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (μF/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1x150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1x400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1x630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

**Tabla 11 Valores de resistencia máx a 90°C de conductores de MT**

Temperatura máxima en servicio permanente: 90°C  
 Temperatura máxima en cortocircuito (t < 5s): 250°C

### Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductor capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el apartado de cálculos justificativos de la instalación de Media Tensión.

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión, se realizarán siguiendo el Manual Técnico (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

- Terminaciones: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.
- Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.
- Empalmes: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02

### **Botellas Terminales**

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

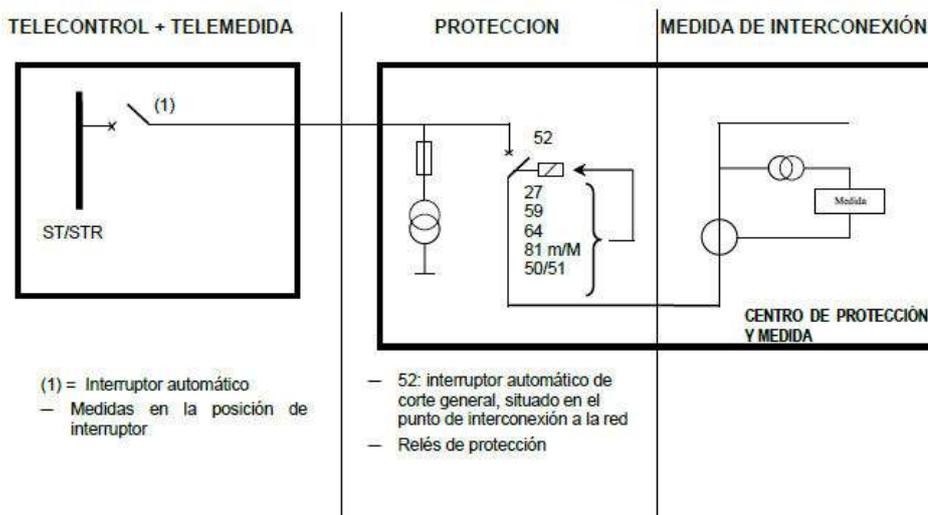
Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de empalmes.

### **13. PLANTEAMIENTO DE CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN**

El centro de Transformación objeto del presente apartado será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 62271-200.

#### CONEXIÓN A ST/STR MEDIANTE LINEA PARTICULAR



El Telecontrol actúa sobre el interruptor de cabecera de línea en la ST/STR

La Telemedida en tiempo real se realiza en la propia subestación de i-DE a través de los convertidores de medida asociados a la posición de interruptor.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio en media y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

### **13.1.1. CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6**

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

## **13.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

### **13.2.1. OBRA CIVIL**

#### **13.2.1.1. EDIFICIOS PREFABRICADOS**

El Centro de Transformación del cliente (CTC), estará ubicado en un prefabricado de hormigón destinado únicamente a esta finalidad.

El C.T.C estará dividido en dos zonas: una, llamada zona de Abonado y la otra donde estará el transformador de potencia con sus respectivos enclavamientos.

Para la instalación del edificio hormigonado se realizará un foso de 70 cms de profundidad y se colocará un lecho de arena de 15 cms, dejando una altura de la excavación de 55 cm, y se le construirá un andén hormigonado de 10 cms, para aislarlo de la humedad y lluvia.

#### **13.2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL**

Las características más destacadas del prefabricado serán:

#### **COMPACIDAD.**

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- calidad en origen,
- reducción del tiempo de instalación,
- posibilidad de posteriores traslados.

## **FACILIDAD DE INSTALACIÓN.**

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

## **MATERIAL.**

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

## **EQUIPOTENCIALIDAD.**

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

## **IMPERMEABILIDAD.**

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

## **GRADOS DE PROTECCIÓN.**

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

## **ENVOLVENTE.**

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

## **SUELOS.**

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapanán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

## **PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.**

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

### **13.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

#### **13.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN**

La red de alimentación al centro de autoproducción será de tipo subterráneo a una media tensión y 50 Hz de frecuencia.

La protección de cortocircuito máxima de la red de alimentación será según los datos proporcionados por la Compañía suministradora.

#### **13.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.**

##### **13.3.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6**

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
  - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
  - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 Ka cresta, es decir, 2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
  
- Grado de protección de la envolvente: IP2X / IK08.
- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

##### **13.3.2.2. CELDA DE INTERRUPTOR SECCIONADOR**

Celda ref. SM62EIM41, función interruptor de línea de la gama SM6 de Schneider Electric, 24kV (uso de 8,8kV a 23,3kV) 400A 16kA con interruptor-seccionador en SF6 con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar 400A, acometida inferior por cables 3 x 240mm<sup>2</sup> e indicadores testigo presencia de tensión.

Dimensiones 1600 x 375 x 940mm.

- Cabina sobreaislada a 24 kV.
- Sensores de temperatura: TH110 en conexión cables 1
- Nivel de integración Conect: Disponible
- Tipo indicador de presión: Manómetro analógico corto

- Visibilidad contactos principal: Incluido
- Enclavamiento por cerradura: SEGUN ESQUEMA
- Tipo de mando: CIT
- Tensión de servicio: 8,8kV a 23,3kV
- Tipo indicador presencia tensión: VPIS V2
- Embarrado Ir: 400A
- Evacuación de gases: Inferior
- Ur: 24kV
- Ir: 400A
- Ik tk : 16kA 1s
- Posición celda en esquema : No en los extremos
- Ref. Comercial: CG-IM-375
- Celda básica (Ur, Ik, Ir): 24kV 16kA 1s 400A
- Equipo BT: Panel BT 100mm
- Embarrado: 400A
- Deflector de campo: 400A

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm<sup>2</sup>.

### **13.3.2.3. EQUIPO DE PROTECCIÓN**

#### **Relé de protecciones**

Equipo de protección Sepam con entrada de TTs /1 y /5 con 4 salidas digitales. Entrada de intensidad residual para usar un CSH (Toroidal). Alimentación a 24 - 220 Vdc/ac.

El SEPAM estará situada en la cabina GBC. Incluye cargador rectificador PS100 Ref. EMS58581 + Conjunto de 4 Baterías VRLA Yuasa de 12 V con Capacidad unitaria de 24 Ah asociadas al cargador rectificador con Ref. EMS58582.

- Sepam B21 sin LPCT
- Tipo de accionamiento: 48Vcc (Manual)
- Tipo bobinas disyuntor: bobina de apertura

Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:

- 50/51: defecto de fase (sobrecarga y cortocircuito).
- 50N/51N: defecto a tierra (sobrecarga y cortocircuito).
- 67N: defecto a tierra direccional (sobrecarga y cortocircuito).
- 27: mínima tensión.
- 59: máxima tensión.
- 59N: máxima tensión residual (64).
- 81M/81m: máxima y mínima frecuencia.
- Medida de las distintas corrientes de fase,
- Medida de las corrientes de apertura (I1, I2, I3, Io)
- Contexto de apertura,

- Índice de desequilibrio / corriente inversa li,
- Desfases,
- Oscilopertubografía

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).

Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

#### **13.3.2.4. CELDA DE MEDIDA.**

Celda ref. SM62EGBC2CT41, función medida en MT de la gama SM6 de Schneider Electric, 24kV 400A 16kA con entrada inferior por cables y salida inferior por cables, equipada con tres transformadores de intensidad y tres transformadores de tensión para la medida en MT. Dimensiones 1600 x 750 x 1038 mm.:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- Relaciones de Transformación: 13200V3/110V3-110:3
- Pot. y Cl. Precisión T. Tensión: 10VA CL0,5 - 50VA 3P
- Factor de tensión durante 8h. Ft 1,9
- Transformador antiexplosivos: Si
- Definir Compañía Eléctrica: IBERDROLA
- MODELO TRAF0 TENSION (3TT): E\_BFa (ANTIEXPLOSIVO)
- Res. Contra ferorresonancia: 60 Ohm. 200W
- Intensidad Primaria y secundaria: 15-30/5
- Indicar conexión de primario: Al mayor
- Pot. y Cl. Precisión T. Intensidad: 10VA CL0, 5S F S 5
- Intensidad Límite Térmica: 200 IN
- Gama Extendida: 150 %
- Frecuencia transformadores: 50Hz
- MODELO TRAF0 INTENSIDAD (3TI): J\_BD (MEDIDA)
- Tipo de suministro de celda : Celda con transformadores
- SUPLEMENTOS TRANSFORMADOR: POR TTs ANTIEXPLOSIVOS
- Nivel de integración Conect: Nivel 0
- Conexión cables lado inferior: 3x1c maxi 240mm
- Tensión de servicio: 8,8kV a 23,3kV
- Dirección salida por cable: Derecha
- Embarrado Ir : 400A
- Evacuación de gases: Inferior
- Ur. : 24kV
- Ir: 400A
- Ik tk: 16kA 1s
- Posición celda en esquema: No en los extremos
- Ref. comercial: CG-GBC2C
- Celda básica (Ur,Ik,Ir) : 24kV 16kA 1s 400A
- Embarrado : 400A
- Deflector de campo: 400A

### **13.3.2.5. TRANSFORMADOR:**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro\*, para los inversores fotovoltaicos. Y para la subestación de 20kV – 66kV.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores y a las normas particulares de la compañía suministradora.

(\*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

Una plataforma metálica y con ruedas integrada en la estructura del transformador hace de soporte de la unidad de aparamenta MT. Está constituida por perfiles laminados, soldados entre sí, formando un bastidor con la resistencia adecuada para los elementos que tiene que soportar.

La plataforma incluye 4 amortiguadores para la unidad funcional de transformador.

### **13.3.2.6. CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN**

- En la plataforma se incluye la interconexión entre la función de protección (Q) de la celda SM6 y el transformador con:

- Cable de 1x50 mm<sup>2</sup> AL unipolar seco tipo HEPRZ1 (etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina, aislamiento 18/30.
- Terminales enchufables acodados 200A (para función Q)
- Terminales enchufables acodados 200A (lado transformador)

### **13.3.2.7. CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN**

La interconexión entre los pasatapas BT del transformador y el Cuadro BT se realiza en función de la potencia con:

- 400 kVA: cable unipolar seco de 240 mm<sup>2</sup> Al (2 por fase / 1 por neutro) tipo RV 0,6/1kV.

Estos cables disponen en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-240/12 (NI 58.20.72).

El cable de salida del CBT será cable unipolar seco de 240 mm<sup>2</sup> Al (2 por fase / 1 por neutro) tipo RV 0,6/1kV.

### **13.3.2.8. DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.**

- Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

### **13.3.3. CARACTERÍSTICAS MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.**

#### **13.3.3.1. EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.**

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

#### **13.3.3.2. PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6.**

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

### **13.3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.**

Las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación irá protegidas con un cuadros modulares en Baja Tensión y características según se definen en la Recomendación UNESA 6302B.

El cuadro tendrá protección diferencial de 630A, para la línea de BT que discurrirá por canalización subterránea desde el CTC hasta la nave.

Armario poliéster 1000x750x300 con montaje a fondo placa.  
Automático 4Px630A con relé diferencial.

### **13.4. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Los equipos de medida deberán cumplir lo estipulado en el Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) correspondientes, aprobadas en la Orden de 12 de abril de 1999. Cumplirán asimismo con lo estipulado en el apartado 4.1 "Características de los Transformadores de medida" de las ITC's del Reglamento Puntos de Medida y con las normas UNE-EN 61869-1 a la 3.

Cumplirán con lo estipulado en el apartado 4.2 "Instalación de los transformadores de medida" de las ITC's del Reglamento Puntos de medida y con la ITC MIE-RAT 08 del Reglamento sobre Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El punto de medida se establecerá en el límite de propiedad, del lado de las instalaciones del cliente, lo más próximo posible al elemento de protección general de la instalación y al mismo nivel de tensión."

#### **13.4.1. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN**

Se instalarán los juegos de tres transformadores inductivos monofásicos, conectados entre fase-tierra, que resulten necesarios de acuerdo con el esquema utilizado, según los unifilares del anexo planos.

Los devanados que aparecen en los esquemas conectados a equipos denominados Medida, se utilizarán exclusivamente para alimentar el equipo de medida de facturación.

Las características de los mismos serán:

- La relación de transformación de los transformadores será un número entero tal, que la tensión nominal del primario estará comprendida entre el 80% y el 120% de la tensión nominal de la red.

- Tensión secundaria:  $110:\sqrt{3}$  V para protección,  $110:\sqrt{3}$  V para medida y  $110:3$  V para el triángulo abierto (tanto para alimentar al relé de tensión homopolar, 59N, como para la resistencia de protección contra sobretensiones por ferorrresonancia, recomendable en instalaciones que se pueden quedar en isla).

- Clase de Precisión: 0,2 (productores del Tipo I) ó  $\leq 0,5$  (productores del Tipo II y III) para medida de facturación, 0,5 para medida local y la requerida por i-DE, 0,5 para protección y 3P para ferrosresonancia.

- Potencia de Precisión: deberá ajustarse el consumo de los secundarios (para el caso de la medida) según lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida y sus ITCs (Instrucciones Técnicas Complementarias) correspondientes en vigor.

- Los transformadores quedarán conectados a tierra cumpliendo las prescripciones reglamentarias.

Las características de los transformadores de tensión se describen en el apartado 13.3.2.4. Celda de Medida.

#### **13.4.2. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD**

Se instalarán los juegos de tres transformadores de intensidad que resulten necesarios de acuerdo con el esquema utilizado, según el plano unifilar correspondiente a la instalación.

Las características de estos transformadores serán las siguientes:

- La relación de transformación de los transformadores de intensidad será tal que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45% (o 20% para transformadores de clase S) de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del transformador. La relación de transformación de intensidad debe ser un número entero

- Intensidad secundaria: 1 A ó 5 A para devanado de protección, 5 A para devanado de medida de facturación y 1 A ó 5 A para medida local y la requerida por i-DE

- El secundario del transformador de medida al que se conecten los contadores será de clase de precisión: 0,2s (productores del Tipo I) o  $\leq 0,5s$  (productores del Tipo II y III), en caso de existir otros devanados no dedicados a la medida, se deberá justificar mediante ensayos que la precisión para la medida es adecuada para el rango de cargas instaladas en los otros secundarios.

La clase de precisión para el devanado de protección será la necesaria para cumplir con los requisitos de tiempo de actuación de protecciones de sobreintensidad prescritos en el apartado 9 del MT 2.00.03.

Potencia nominal: para medida y protección se ajustarán según las NI indicadas, debiendo ajustarse el consumo de los secundarios según lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida y sus ITCs correspondientes en vigor.

- Los secundarios de los transformadores de intensidad quedarán conectados a tierra cumpliendo las prescripciones reglamentarias.

En B.T., cuando sea necesaria la instalación de transformadores de intensidad para alimentar equipos destinados a la medida de energía eléctrica a efectos de facturación y/o dispositivos de protección, cumplirán con lo dispuesto en la NI 72.58.01.

Las características de los transformadores de intensidad se describen en el apartado 13.3.2.4 Celda de Medida.

#### **13.4.3. EQUIPO DE MEDIDA**

Los puntos de conexión de los generadores con la Red de Distribución se consideran puntos frontera del Sistema Eléctrico, por lo que deberán cumplir con lo

dispuesto en el RD 1110/2007 "Reglamento unificado de puntos de medida" y con sus ITCs correspondientes.

La medida se realizará de acuerdo a la tensión y a la potencia del punto de conexión, existen en i-DE las siguientes normas y manuales técnicos, que se deberán aplicar con rigor cuando el punto de conexión sea con i-DE, en éste caso:

Medida en Media, Alta Tensión y MAT (hasta 132KV):

- ✓ MT 2.00.03 Normativa particular para instalaciones de clientes en A.T.
- ✓ MT 2.80.14 Guía para instalación de medida en clientes y Régimen Especial de A.T. (Hasta 132 kV).
- ✓ NI 42.73.01 Cajas para medida individual para clientes en AT.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores, que contiene el equipo de medida Tipo 2, conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de Poliéster termoestable, mecanizada para fijación de elementos de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 300 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.5 con medida:
- Activa: bidireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

### **13.5. PUESTA A TIERRA.**

#### **13.5.1. TIERRA DE PROTECCIÓN**

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

#### **13.5.2. TIERRA DE SERVICIO**

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

#### **13.5.3. TIERRAS INTERIORES**

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y

conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

### **13.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS**

#### **13.6.1. ALUMBRADO.**

En el interior del centro de transformación se instalará punto de luz fluorescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux instalados, siendo estancos y las canalizaciones bajo tubo de PVC rígido con grado de dureza 7-9 grapado en paredes.

Se dispondrá también de un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará el acceso del edificio prefabricado. (IP-42, 70 lúmenes y 14 m<sup>2</sup> de superficie).un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

#### **13.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES**

No se instalarán baterías de condensadores.

#### **13.6.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

#### **13.6.4. VENTILACIÓN.**

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en el apartado 2.8 de cálculos justificativos del Centro de Transformación.

### **13.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

#### **SEGURIDAD EN CELDAS SM6**

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 62271-200, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.

- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.

- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.

- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

#### **ACCESORIOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA MEDIA TENSIÓN**

- 1 Banqueta aislante para maniobrar apartamenta.
- 1 Par de guantes de maniobra.
- 1 Placa reglamentaria Peligro de muerte, instalado.
- 1 Placa reglamentaria primeros Auxilios, instalado.

### **14. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA**

#### **14.1. Protección contra sobreintensidades**

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortocircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que

la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

En el entronque con el centro de transformación se disponen los correspondientes fusibles para la protección de la LSMT. En el mismo CT, se dispone de celda de protección por fusibles.

#### **14.2. Protección contra sobretensiones**

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

#### **15. ZANJAS Y ENTERRAMIENTO**

Para los tramos subterráneos, se utilizará canalización con una profundidad de 1 m dividida en dos tramos:

- Un primer tramo desde el Centro de Maniobra (CM3) existente de I-DE y el Centro de Maniobra Automatizado Nuevo que será cedido a Iberdrola.
- Un segundo tramo, desde la ubicación del nuevo CM Automatizado y el Centro de Transformación del Cliente, según especificaciones técnicas del punto de conexión por parte de Iberdrola Distribución Eléctrica. También en este tramo se alojarán las arquetas intermedias necesarias.

También, podría utilizarse conducción aérea en lugar de subterránea. Se determinará en función de condiciones definitivas.

La zanja, estará constituida por tres tubos de  $\varnothing 160$  mm de diámetro, dispuestos sobre lecho de arena y enterrados en zanja.

Los cables de media tensión irán enterrados en zanja en el interior de tubos.

No deberá instalarse más de un cable tripolar por tubo o más de un sistema de tres unipolares por tubo. La relación de diámetros entre tubo y cable o conjunto de tres unipolares no será inferior a 1,5. En el caso de instalar un cable unipolar por tubo, el tubo deberá ser de material magnético.

*Tubos de corta longitud:* Se entiende por corta longitud, canalizaciones tubulares que no superen longitudes de 15 m (cruzamientos de caminos, carreteras, etc.). En

este caso, si el tubo se rellena con aglomerados especiales, no será necesario aplicar coeficiente de corrección de intensidad alguno.

*Tubos de gran longitud:* En el caso de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo, se utilizarán los valores de intensidades indicados en la Tabla 12, calculados para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K.m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

**Tabla 12 Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna.  
Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV tubo**

Las condiciones de la zanja serán:

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón. Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no.

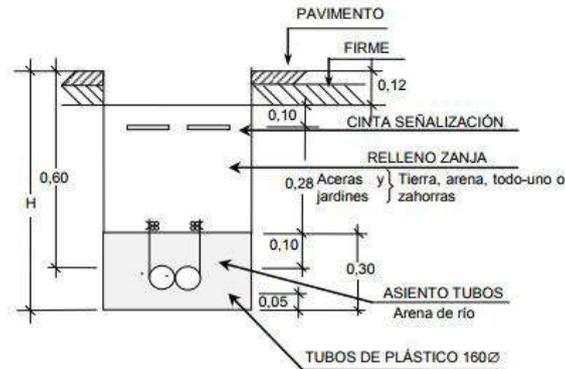
Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La canalización deberá tener una señalización para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

### CANALIZACIÓN ENTUBADA ACERA/TIERRA

Redes de 12/20 kV hasta 240 mm<sup>2</sup> inclusive, un circuito por tubo. Canalización entubada con 2 tubos 160 mm Ø

Dimensiones en m

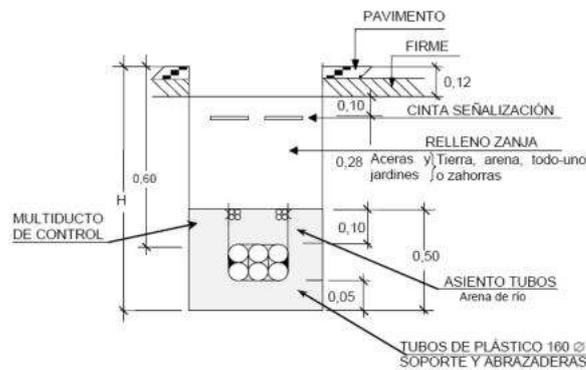


Plano 3 Canalización entubada redes de MT 12/20 kV con dos tubos de 160mm

### CANALIZACIÓN ENTUBADA ACERA/TIERRA

Redes de 12/20 kV hasta 240 mm<sup>2</sup> inclusive, un circuito por tubo. Canalización entubada con 6 tubos 160 mm Ø.

Dimensiones en m



Plano 4 Canalización entubada redes de MT 12/20 kV con tubos de 160mm en dos planos

Núm. de Tubos	Profundidad zanja (H)	Cinta señalización cable **	Nº de tubos		
			160 Ø	200 Ø	MTT4x 40 Ø
2	0,85	1	2	-	1
3	0,90	2	3	-	1
4	1,00		4	-	1*
5	0,90	3	5	-	1*
6	1,00		6	-	1*
7 - 9	1,20		7 - 9	-	1*
2	0,85	2	1	1	1
3	1,00	2	1	2	1
3			-	3	1

Tabla 13 Especificaciones de zanjas según el número de tubos de MT

No se admitirán derivaciones en T y en Y. Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

## **16. MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN**

Para instalaciones enterradas bajo tubo, como las que nos afecta, la canalización deberá tener una señalización para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

En toda la longitud de la zanja se colocará a una profundidad de 10 cm medidos desde la cota inferior del firme de acera o calzada una cinta de señalización de polietileno según la normativa NI 29.00.01. La cinta llevará una impresión indeleble, por una cara, de los dibujos, anagrama e indicaciones que se representan en la siguiente figura. Las indicaciones serán proporcionales al ancho de la cinta.

Las características que deberá cumplir la cinta de señalización son las siguientes:

- Color: Amarillo-naranja vivo
- Anchura:  $15 \pm 0,5$  cm
- Espesor:  $0,1 \pm 0,01$  mm
- Lado triángulo:  $10,5 \pm 0,3$  cm



Fig. 11 Cinta de señalización para canalización subterránea

## **17. RELACION DE ORGANISMOAS AFECTADOS**

- Ayuntamiento de Lodosa

## **18. CONCLUSIONES.**

Por todo lo expuesto anteriormente junto con los anexos de cálculos eléctricos y mecánicos, planos, pliego de condiciones y presupuesto, se estima suficientemente explicado el proyecto en cuestión, el cual se eleva a los organismos oficiales competentes para su tramitación y aprobación correspondiente, salvo mejor criterio de los mismos.

Fdo. **Aitor Rodríguez Centeno**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 500

### **III. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

# **1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA EN BAJA TENSIÓN**

## **1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

La realización de los dos tramos de línea subterránea en corriente continua, serán objeto de cálculo a parte en Proyecto específico incluida dentro de la presente Memoria Técnica.

## **2. CONSIDERACIONES INICIALES**

En líneas eléctricas a efectos del cálculo, consideramos los diferentes tipos de circuitos existentes:

Líneas de corriente continua:

- Tres líneas de corriente continua desde el generador fotovoltaico de la nave 1 al inversor, derivadas de las CC1, CC2 y CC3.
- Tres líneas de corriente continua desde el generador fotovoltaico de la nave 2 al inversor, que corresponden a las CC4, CC5 y CC6.
- Una línea de corriente continua desde el generador fotovoltaico de la nave 3 hasta la nave 2, que corresponde a la CC7.

Línea de corriente alterna:

Desde la salida del inversor hasta la entrada del transformador de baja tensión, del alcance de SMA.

### **2.1. CAÍDA DE TENSIÓN PERMITIDA**

La máxima caída de tensión admisible para este caso es del 1%.

### **2.2. TENSIÓN NOMINAL**

La instalación fotovoltaica se diseña para la conexión a una red de distribución pública en Media Tensión de 66 kV y red interior de Media Tensión de 20kV hasta la interconexión con la subestación.

### **2.3. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES**

Según la ITC-BT-19, *las intensidades máximas admisibles, se registrarán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20460-5-523 y su anexo Nacional. Ver la tabla resumen A-52-1 bis, que a continuación se observa:*

Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3	PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3	PVC2	XLPE3		XLPE2		
F							PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S (mm <sup>2</sup> )												
<b>Cobre</b>												
1.5	11	11.5	13	13.5	15	16	16.5	19	20	21	24	-
2.5	15	16	17.5	18.5	21	22	23	26	26.5	29	33	-
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590
<b>Aluminio</b>												
2.5	11.5	12	13.5	14	16	17	18	20	20	22	25	
4	15	16	18.5	19	22	24	24	26.5	27.5	29	35	
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
120	-	-	-	162	171	193	196.5	213	228	239	269	293
150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461
Cu: $\rho_{20^\circ} = 1/56$ Al: $\rho_{20^\circ} = 1/35$ $\rho_{70^\circ} = 1,2 \cdot \rho_{20^\circ}$ $\rho_{90^\circ} = 1,28 \cdot \rho_{20^\circ}$												
B: $5 \cdot I_n$ C: $10 \cdot I_n$ D: $20 \cdot I_n$ K: $1 \cdot \sqrt{I_n S}$ Cu: 115 / 103 Al: 76 / 68 Cu: 143 Al: 94												

Tabla 14 A-52 bis - UNE 20460-5-523

Tabla 15

Las instalaciones enterradas se calcularán teniendo en cuenta las indicaciones de la norma UNE 20460-5-523.

En la ITC-BT-14 de líneas generales de alimentación y en la ITC-BT-15 de derivaciones individuales se especifica que las intensidades admisibles en el caso de instalaciones enterradas deberán seguir lo especificado en la ITC-BT-07. No obstante, la nueva edición de 2004 de la norma UNE-20460-5-523 ya incluye la instalación bajo tubo enterrada, por lo que se recomienda utilizar esta norma para el cálculo de las intensidades admisibles con este tipo de instalación.

En la tabla resumen A-52-2 bis de la norma UNE-20460-5-523, aplica a las intensidades de cable enterrado, bajo tubo o directamente, que discurren por recorridos en el interior o alrededor de edificios, para una temperatura del terreno de 25 °C y una resistividad térmica del terreno de 1,5 K.m/W. Cuando el cable discorra por otros recorridos puede considerarse la posibilidad de aplicar una resistividad térmica diferente

SECCIÓN mm <sup>2</sup>	3 XLPE (3 cables unipolares o 1 tripolar)		2 XLPE (2 cables unipolares o 1 bipolar)	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1,5	23	--	27	--
2,5	30	23	36	27
4	39	30	46	36
6	48	37	58	44
10	64	49	77	58
16	82	62	100	77
25	105	82	130	98
35	130	98	155	120
50	155	115	183	139
70	190	145	225	170
95	225	175	265	205
120	260	200	305	230
150	300	230	340	265
185	335	260	385	295
240	400	305	440	340
300	455	350	500	385
400	530	405	570	445
500	610	465	660	510
630	710	530	735	575
Condiciones de cálculo	Resistividad térmica del terreno: 1,5 K.m/W			
	Temperatura del terreno: 25°C			
	Profundidad de la instalación: 70 cm			

Tabla 16 A-52-2 bis de la norma UNE-20460-5-523  
 Tabla 17

## 2.4. FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de secciones se tendrá en cuenta dos criterios:

- El calentamiento
- La c.d.t.

El calentamiento hace referencia a la máxima corriente que puede circular por el conductor, sin que se produzca una elevación peligrosa de la temperatura.

### 2.4.1. Intensidad de corte

En primer lugar se calculará la intensidad de línea mediante las fórmulas de la ecuación:

- En líneas trifásicas:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad (1)$$

- En líneas monofásicas:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad (2)$$

Donde:

**I** = Intensidad en amperios

**V** = Tensión compuesta para líneas trifásicas y tensión entre fase y neutro para líneas monofásicas, en voltios

**P** = Potencia en vatios

**Cos  $\varphi$**  = Factor de potencia. Cos  $\varphi$  = 1 para corriente continua

#### **2.4.2. Sección de los conductores**

Se tendrá en cuenta R.E.B.T. p 5:

“Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al **125 %** de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la red de distribución pública o a la instalación interior, no será superior al **1,5 %** para la intensidad nominal”

Para el cálculo de la sección una vez determinada la intensidad que circula por la línea, se consultarán las tablas existentes en el R.E.B.T. y sus ITC correspondientes:

- **la tabla 1 de la MIEITC – BT. 019** para cables de tensión nominal de aislamiento de hasta 750 V, en instalaciones en condiciones normales.
- **la tabla 3, 4 y 5 de la ITC – BT. 006** para cables de tensión nominal de aislamiento de hasta 1.000 V, en instalaciones en condiciones normales.
- **la tabla 3, 4 y 5 de la ITC – BT. 007** para cables de tensión nominal de aislamiento de hasta 1.000 V, en instalaciones enterradas. Y se elegirá la sección que tenga una intensidad máxima admisible, inmediatamente superior a la calculada una vez aplicados los coeficientes correctores adecuados a cada caso.
- 

También podremos utilizar las fórmulas que nos dan la sección directamente y comprobar en las tablas si admiten la intensidad calculada más arriba, como sistema alternativo de comprobación:

Fórmulas cálculo de sección:

- En líneas de corriente continua:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{K \cdot e} \quad (3)$$

- En líneas de corriente alterna trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{K \cdot e} \quad (4)$$

- En líneas de corriente alterna monofásica:

$$S = \frac{2.L.I.\cos\varphi}{K.e} \quad (5)$$

Donde:

**S** = Sección conductores en mm<sup>2</sup>

**L** = Longitud de la línea en m.

**I** = Intensidad en amperios.

**Cos φ** = Factor de potencia

**K** = Coeficiente conductividad; del Cu 58 y del Al 35,71 m/(Ω.mm<sup>2</sup>), para 20°C

**e** = Caída de tensión en línea máxima admitida 1,5 %

### 2.4.3. Caída de tensión

- En líneas monofásicas:

$$e\% = \frac{2.P.L}{k.s.v_2} .100 \quad (6)$$

ó

$$e\% = \frac{2.L.I.\cos\varphi}{k.s.V} .100 \quad (7)$$

- En líneas trifásicas:

$$e\% = \frac{P.L}{k.s.V} .100 \quad (8)$$

Donde:

**P** = Potencia en vatios

**L** = Longitud de la línea en metros

**V** = Tensión compuesta para líneas trifásicas y tensión entre fase y neutro para líneas monofásicas, en voltios

**I** = Intensidad en amperios

**s** = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

**k** = conductividad del conductor del Cu 58 y del Al 35,71 m/(Ω.mm<sup>2</sup>), para 20°C

**e %** = c.d.t. en tanto por cien

Si la c.d.t. está dentro de los valores permitidos la sección será la adecuada, en caso contrario se elige la sección de conductor inmediatamente superior y se vuelve a calcular la c.d.t.

Fdo. **Aitor Rodríguez Centeno**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 500

## **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA INSTALACIÓN DE AT**

## **1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

El Centro de Maniobra Automatizado y su línea de AT, serán objeto de cálculo a parte en otro Proyecto específico de la Compañía Eléctrica y sus cálculos no están incluidos dentro de la presente Memoria Técnica.

## **2. CONSIDERACIONES INICIALES**

A efectos del cálculo, consideramos dos partes:

- Centro de Transformación del Cliente
- Línea de corriente alterna en Media Tensión desde el transformador al punto de conexión a red en el Centro de Maniobra Automatizado de Compañía (i-DE).

### **2.1. CAÍDA DE TENSIÓN PERMITIDA**

Según el Manual Técnico de Iberdrola Distribución Eléctrica MT 2.03.20 Edición 07, Marzo 2.004, de las Normas Particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión, en el apartado 2, establece lo siguiente:

*Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumado a la de la línea ya existente, hasta el tramo de derivación, no supere el 5 % para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.*

Por lo tanto, en el proyecto, se utilizará como valor la máxima caída de tensión admisible del 5%.

### **2.2. TENSIÓN NOMINAL**

La instalación fotovoltaica se diseña para la conexión a una red de distribución pública en Media Tensión de 66kV.

### **2.3. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN**

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Donde,

S = Potencia aparente del Transformador de MT de la estación en (KVA)

$I_{MT}$  = Intensidad de corriente de salida (A)

U = Tensión nominal del lado de media tensión (kV).

### **2.4. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN**

La intensidad en el lado de baja tensión en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{BT} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{BT}}$$

S = Potencia aparente del Transformador de MT de la estación en (KVA)

$I_{BT}$  = Intensidad de corriente de salida (A)

$U_{BT}$  = Tensión nominal del lado de baja tensión (V).

## 2.5. CÁLCULOS LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

El cable debe soportar mínimo una tensión de 66kV. Sin embargo según las características de la instalación, el conductor debe cumplir con los criterios descritos en los apartados siguientes.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)		REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD μF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV		12/20 kV y 18/30 kV		12/ 20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 50/16	0,641		0,861		0,132	0,217	0,147	0,147
1 x 95/16 (1)	0,320		0,430		0,118	0,129	0,283	0,204
1 x 150/16 (1)	0,206		0,277		0,110	0,118	0,333	0,250
1 x 240/16 (1)	0,125		0,168		0,102	0,109	0,435	0,301
1 x 400/16 (1)	0,008		0,105		0,096	0,102	0,501	0,367
1 x 630/16 (2)	0,047		0,0643		0,090	0,095	0,614	0,095

Tabla 18 Características cables con aislamiento de etileno propileno alto módulo (HEPR)

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Sección mm <sup>2</sup>	Tipo de aislamiento	
	XLPE	HEPR
150	245	255
240	320	345
400	415	450

Tabla 19 Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y en corriente alterna.  
 Cables unipolares aislados con conductores de aluminio de hasta 18/30 kV bajo tubo

### 2.5.1. Intensidad de régimen normal – máxima admisible

La intensidad máxima admisible en servicio permanente depende en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente. Las temperaturas máximas admisibles en los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito se especifican en la ITC-LAT 06 del RD 223/2008, apartado 6 y de acuerdo a MT 2.31.01 Proyecto tipo de línea Subterránea de Alta Tensión hasta 30 kV, de Iberdrola

Los conductores serán de aluminio con aislamiento de etileno-propileno (EPR), unipolares y de sección 240 mm<sup>2</sup>: cuya denominación será HEPRZ1 3x1x240 mm<sup>2</sup>, 12/20 kV, normalizado por Iberdrola. Las características de los cables son las siguientes:

Sección mm <sup>2</sup>	R 105 °C Ω/km	Capacidad μF/km	X Ω/km	I (A) HEPR
240	0,168	0,301	0,102	345

Tabla 20 Características conductor aluminio bajo tubo y enterrado

La tensión normal de funcionamiento será de 20 KV. Debiéndose integrar esta instalación en la red de la empresa distribuidora, la potencia a transportar será variable en función de la demanda y la disposición de la red, pero siempre dentro de la capacidad de transporte y la caída de tensión admisible por el conductor.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable.
- Caída de tensión, que no debe exceder de 5%
- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)		105
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)		250

**Tabla 21. Características eléctricas conductor aluminio**

Temperatura máxima admisible, según la Tabla 20 Cables aislados con aislamiento seco Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor, para el conductor con las características que nos ocupa:

Con lo cual, la temperatura máxima admisible del conductor será de 105 °C en servicio permanente y de 250 °C en cortocircuito ( $t \leq 5s$ ).

De acuerdo con esta instrucción, a efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 12/20 kV formada por un terno de cables unipolares directamente enterrado en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 °C y con una temperatura del aire ambiente de 40 °C.

La intensidad admisible de un cable deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de las descritas anteriormente, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita.

#### **2.5.2. Factor de corrección por temperatura del terreno**

No se aplicará factor de corrección debido a que se considerará la temperatura del terreno de 25°C.

### 2.5.3. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W

No se aplicará, por estimarse esta misma resistividad del terreno, por considerar cables enterrados bajo tubo con sección del conductor 240 mm<sup>2</sup>, con resistividad del terreno de 1,5 K·m/W.

### 2.5.4. Factor de corrección por tipo de instalación

La elección de la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el conductor adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en los datos suministrados por el fabricante o en el Manual Técnico MT 2.31.01.

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)	
					12/20 kV (pant. 16 mm <sup>2</sup> )	18/30 kV (pant. 25 mm <sup>2</sup> )
1x50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1x150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1x630/16	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

**Tabla 22 Características de los cables de MT según sección**

Para cables de aislamiento seco formado por una terna de cables unipolares agrupados en triángulo y enterrados en una zanja de aproximadamente un metro de profundidad, la intensidad máxima admisible según la Tabla 22 de las características del cable de acuerdo a la norma IEC60949.

La intensidad máxima admisible del conductor está afectada por un coeficiente de corrección, pues la instalación está enterrada a profundidad de 1 metro. Sin embargo tomando el caso más desfavorable siendo a una profundidad de 0,5 m (MT 2.31.01). Así, la intensidad máxima admisible queda:

Factores de corrección  $K_p$  (según la profundidad de instalación) y  $K_A$  (agrupación con cortocircuito); para una profundidad de 0,8 de cables de sección  $\geq 185$  mm<sup>2</sup> enterados bajo tubo el  $K_p$  es 1,02 y el  $K_A$ , para tres cables sin separación 0,70, por tanto,

$$I' = \frac{I_{cc}(A)}{(K_p \cdot K_A)} \text{ (Intensidad corregida)}$$

El cable de 240 mm<sup>2</sup>, que hemos dimensionado, soporta una corriente de 345 A, enterrado bajo tubo, por tanto la sección proyectada es adecuada.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 23 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m.

### 2.5.5. Intensidad de cortocircuito admisible en el conductor de MT

De acuerdo con lo señalado en la ITC-LAT 06 la Tabla 24 indica las densidades de corriente de cortocircuito admisible en A/mm<sup>2</sup> por el cable de aluminio en función de los tiempos de duración del cortocircuito, según el tipo de aislamiento.

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t <sub>cc</sub> , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm <sup>2</sup>	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	49
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR U <sub>0</sub> /U ≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Δθ\* es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Tabla 24 Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio, según el tipo de aislamiento.

Para el caso de la intensidad de cortocircuito máxima admisible en las pantallas de los conductores, siguiendo la instrucción técnica, ITC-LAT 06, se calculará según el método aproximado de la densidad de corriente utilizado en la citada ITC. Así se tiene que:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I<sub>cc</sub> = Corriente de cortocircuito en amperios.

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

t<sub>cc</sub> = Duración del cortocircuito en segundos.

El cable elegido tiene una pantalla de 28,9 mm de carcasa de alambre de Cu, nos remitimos a la Tabla 26:

**I<sub>cc</sub> = 5090 A en 0,3 seg**, dato de la Tabla 26, (para cortocircuito monofásico entre fase y pantalla).

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensiones nominales U <sub>0</sub> /U en kV						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
10	9.4	11.0	-	-	-	-	-
16	10.3	11.9	12.8	-	-	-	-
25	11.5	13.1	13.9	16.1	-	-	-
35	12.6	14.2	15.0	17.2	16.8	-	-
50	13.9	15.5	16.3	18.5	18.1	19.5	21.9
70	15.5	17.1	17.9	20.1	19.7	21.1	23.5
95	17.6	18.8	19.6	21.8	21.4	22.8	25.9
120	19.1	20.3	21.1	23.3	22.9	24.3	26.7
150	20.3	21.5	22.3	24.5	24.1	25.5	27.9
185	22.0	23.2	24.4	26.6	26.2	27.6	30
240	25.1	26.3	27.1	29.3	28.9	30.3	32.7
300	27.5	28.2	29.0	31.2	30.8	32.2	34.6
400	29.9	30.7	31.5	33.7	33.3	34.7	37.3
500	34.2	35.0	34.8	37.0	37.6	38	41,2

**Tabla 25 Diámetros medios aproximados (en mm) de las pantallas constituidas por cintas de cobre**

Las intensidades de cortocircuito admisibles en A. en las pantallas metálicas en función del tiempo de duración del cortocircuito serán (UNE-21193, UNE 21192), y las relacionadas en la Tabla 26:

Sección de pantalla mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

**Tabla 26 Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm (cables unipolares).**

### 2.5.6. Potencia a transportar

La potencia a transportar en este caso, viene definida por la potencia de los inversores. Sin embargo, la potencia real que admite la línea será superior a la demanda.

Para determinar la capacidad de transporte del conductor correspondiente a este proyecto ha de tenerse en cuenta que la instalación se ejecutará enterrada en zanja para poder conectar con el centro de transformación y de ahí a la red existente.

Considerando:

La potencia máxima de transporte por límite térmico será de:

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I' \cdot \cos \varphi$$

Donde:

P<sub>máx</sub>: Potencia (kW).

U: Tensión compuesta (kV).

cos φ = 0,9 (valor estimado).

I': intensidad (A) corregida

### 2.5.7. Caída de tensión

La caída de tensión de la línea subterránea de AT viene determinada por la expresión:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Donde:

$\Delta V$  = Caída de tensión en voltios

I = Intensidad de la línea en A.

L = Longitud de la línea en Km.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{Km}$  a 105°C. Ver Tabla 27

X = Reactancia del conductor a frecuencia 50Hz en  $\Omega/\text{Km}$ . **Ver Tabla 27**

$\cos \varphi$  = Factor de potencia (se considera 0,9)

$\sin \varphi$  = 0,43

Según el Manual Técnico de Iberdrola Distribución Eléctrica MT 2.03.20 Edición 07, Marzo 2.004, en el apartado 2, establece lo siguiente:

*Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumado a la de la línea ya existente, hasta el tramo de derivación, no supere el 5 % para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.*

Por lo tanto, en el proyecto, se utilizará como valor la máxima caída de tensión admisible del 5%.

Por los resultados obtenidos se puede concluir que la sección de cable preseleccionada cumple con la restricción de la caída de tensión máxima.

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C ( $\Omega/\text{km}$ )	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) ( $\Omega/\text{km}$ )	Reactancia inductiva ( $\Omega/\text{km}$ )		Capacidad $\mu\text{F}/\text{km}$	
			12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1x150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1x400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1x630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

**Tabla 27 Características Eléctricas del cable de MT**

### 2.5.8. Pérdida de potencia

La expresión a aplicar para calcular la pérdida de potencia es la siguiente:

$$P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

Donde:

P = Pérdidas de potencia en vatios.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$

L = Longitud de la línea en km

I = Intensidad de la línea en amperios

### **2.5.9. Cálculo de las dimensiones de la zanja**

Para su cálculo y dimensionado, se atenderá a los siguientes reglamentos:

Según el **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto**, en la ITC-BT-20, en su apartado 2.2.3.

*Los conductores aislados enterrados, las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1 kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en las Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.*

El apartado 3.1.2.1 de la ITC-BT-07, únicamente hace mención a conductores directamente enterrados, sin indicar dimensiones de las zanjas para su tendido.

El apartado 1.2.4 de la ITC-BT-21, únicamente hace mención a las características y dimensiones de los tubos, sin indicar dimensiones de las zanjas para su tendido.

Según **las Normas Técnicas Particulares de Iberdrola Distribución Eléctrica**, en su documento MT 2.51.01 Edición 7ª con fecha Septiembre de 2013:

*Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre Reglamentos de baja tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias además de unificar criterios con relación a construcción de líneas subterráneas se establece un criterio único de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, que no será menor de **0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada**.*

*Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena u hormigón según corresponda.*

*Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.*

*Los cables se alojarán en zanjas de 0,85 m de profundidad mínima y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.*

*Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.*

*Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.*

*En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.*

*A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo -uno o zahorras, de unos 0,28 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes, sobre esta capa de tierra, se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de líneas), como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de la cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.*

Sobre la cinta de señalización se colocará una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo - uno o zahorras, de unos 0,10 m de espesor. Por último se colocará en unos 0,15 m de espesor un firme de hormigón no estructural HNE 15,0 y otra de 0,12 m de espesor de reposición del pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura en total, o una capa de 0,27 m tierra en el caso de reposición de jardines.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación

Se instalará un multitubo, designado como MTT 4x40, y su correspondiente soporte, según NI 52.95.20, que se utilizará cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el MT 2.33.14 "Guía de instalación de los cables óptico subterráneos", mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en la NI 52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones.

Según 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, RD 337 / 2014, de 9 de mayo**, en la ITC-LAT-06, en su apartado 4.2.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente

calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

### **2.5.10. Intensidad de cortocircuito admisible en el lado de Alta Tensión**

Para comprobar si la sección de elegida soporta el cortocircuito, primero debemos calcular la corriente de cortocircuito máxima ( $I_{cc}$ ). Según los parámetros de red, proporcionados por la compañía (Iberdrola), la potencia de cortocircuito máxima de diseño es de **350 MVA**.

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito, se parte del valor de potencia de cortocircuito del punto de conexión ( $S_{cc}$ ) de **350.000 kVA**, para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual a:

$$I_{ccp}(A) = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p \cdot \cos\varphi}$$

Dónde:

$I_{ccp}$  = Corriente de cortocircuito en el primario (kA).

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red (MVA).

$U_p$  = Tensión de servicio (kV)

### **2.5.11. Intensidad de cortocircuito admisible en el lado de Baja Tensión**

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs}(A) = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Dónde:

$I_{ccs}$  = Corriente de cortocircuito en el secundario (kA).

P = Potencia del Transformador (kVA).

$U_{cc}$  = Tensión de cortocircuito del transformador (%)

$U_s$  = Tensión en carga del secundario (V)

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío y 400V en carga.

## **2.6. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **2.6.1. Dimensionado del embarrado del Centro de Transformación**

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo, se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

Las celdas elegidas tienen, según el catálogo del fabricante, las siguientes características:

- *Tensión asignada: 24 kV.*
- *Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:  
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.  
a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.*
- *Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.*
- *Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.*
- *Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.*

#### **2.6.1.1. Comprobación por densidad de corriente.**

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

#### **2.6.1.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.**

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

#### **2.6.1.3. Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.**

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

## **2.7. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.**

### **\* ALTA TENSIÓN.**

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

### **\* BAJA TENSIÓN.**

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución con protección diferencial.

## **2.8. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.**

Las rejillas de ventilación del edificio prefabricado están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El edificio prefabricado empleado ha sido sometido al ensayo correspondiente al número 99013126 de LCOE, para certificar la correcta ventilación del centro así como del cálculo del caudal de aire y las rejillas usadas en el mismo.

## **2.9. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.**

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del edificio prefabricado. Estará diseñada para recoger en su interior el aceite de un transformador sin que éste se derrame por la base.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen del agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

## **2.10. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.**

### **2.10.1. Investigación de las características del suelo.**

Para realizar los cálculos de puesta a tierra de la instalación se debe tener en cuenta el tipo de terreno donde se va a instalar el C.T., para ello se debe realizar una investigación previa del terreno y determinar la resistividad media superficial. Según la ITC-RAT 13 indica: "en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será obligatorio

realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la siguiente tabla, en las que se dan unos valores orientativos”.

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m.
Terrenos pantanosos.	de algunas unidades a 30
Limo.	20 a 100
Humus.	10 a 150
Turba húmeda.	5 a 100
Arcilla plástica.	50
Margas y arcillas compactas.	100 a 200
Margas del jurásico.	30 a 40
Arena arcillosa.	50 a 500
Arena silíceas.	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped.	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo.	1500 a 3000
Calizas blandas.	100 a 300
Calizas compactas.	1000 a 5000
Calizas agrietadas.	500 a 1000
Pizarras.	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo.	800
Granitos y gres procedentes de alteración.	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados.	100 a 600
Hormigón.	2000 a 3000
Basalto o grava.	3000 a 5000

**Tabla 28**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial  $\sigma = 300 \Omega.m.$ , correspondiente a un suelo pedregoso.

### **2.10.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

Para determinar la intensidad máxima de defecto  $I_d$  hay que tener en cuenta que ésta debe ser lo más baja posible, de tal manera que la tensión que aparezca en el electrodo cuando sea recorrido por la misma, tenga el valor lo más reducido posible.

La intensidad máxima de defecto, para éste caso, se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

$I_d$  = Intensidad máxima de defecto a tierra en el centro considerado, en amperios.

$U$  = Tensión compuesta de servicio de la red, en voltios.

$R_t$  = Resistencia de la puesta a tierra del centro, en ohmios.

$R_n$  = Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red, en ohmios.

$X_n$  = Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red, en ohmios.

En instalaciones de Media Tensión, los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

- **Tipo de protecciones en el origen de la línea.**

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede

actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente). Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (i-DE), se tiene:

- **Tiempo máximo de eliminación del defecto:**

$$t = \frac{400}{I'_{1F}} \text{ seg}$$

Donde  $I'_{1F}$  es la Icc fase-tierra.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0\Omega \text{ y } X_n = 1.86\Omega. \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula.

### 2.10.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

#### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 40-30/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.1 \Omega/(\Omega.m). \\ K_p = 0.0231 \text{ V}/(\Omega.m.A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2,00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3,00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 14 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

#### \* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$\mathbf{K_r = 0.073 \Omega / (\Omega \cdot m).}$$
$$\mathbf{K_p = 0.012 V / (\Omega \cdot m \cdot A).}$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2,00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3,00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (=37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones

elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el **apartado 2.10.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.**

#### **2.10.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.**

##### **TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r * \sigma.$$

Siendo:

$$\sigma = 300 \Omega.m.$$

$$K_r = 0.1 \Omega/(\Omega.m).$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{s_{m\acute{a}x}} (V)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d * R_t$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 8000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

##### **TIERRA DE SERVICIO.**

$$R_t = K_r * \sigma$$

#### **2.10.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.**

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d$$

Donde el valor  $K_p = 0,0231 \text{ V}/(\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{A})$ , es tomado del código 40-30/5/42 del método de cálculo de tierras UNESA.

#### 2.10.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p (\text{acceso}) = U_d = R_t * I_d$$

#### 2.10.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

**Tabla 29 ITC-RAT 13, Tabla 1**

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.05 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 735 \text{ V}$$

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, se emplean las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6 \cdot \sigma}{1000}\right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} \cdot 3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1000}\right)$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensiones de contacto aplicada

$U_p(\text{exterior})$  = Tensión de paso exterior en Voltios.

$U_p(\text{acceso})$  = Tensión de paso acceso en Voltios.

$R_{a1}$  = Resistencia del calzado = 2.000  $\Omega \cdot m$

$\sigma$  = Resistividad del terreno = 300  $\Omega \cdot m$

$\sigma_h$  = Resistividad del hormigón = 3.000  $\Omega \cdot m$

### 2.10.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ( $D_{\min}$ ), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la siguiente expresión:

$$D_{\min} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

### 2.10.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Fdo. **Aitor Rodríguez Centeno**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 500

## **IV. PLIEGO DE CONDICIONES**

## **1. PLIEGO DE CONDICIONES.**

### **1.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES.**

#### **1.1.1. Obra Civil.**

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo EHA1-ID.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

#### **1.1.2. Aparamenta de Alta Tensión.**

La aparamenta de A.T. estará constituida por conjuntos compactos serie RM6 de Schneider Electric, equipados con dicha aparamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

#### **\* CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.**

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0'1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida.

En la parte posterior se dispondrá de una membrana que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

El dispositivo de control de aislamiento de los cables será accesible, fase por fase, después de la puesta a tierra y sin necesidad de desconectar los cables.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

En caso de avería en un elemento mecánico se deberá poder retirar el conjunto de mandos averiado y ser sustituido por otro en breve tiempo, y sin necesidad de efectuar trabajos sobre el elemento activo del interruptor, así como realizar la motorización de las funciones de entrada/salida con el centro en servicio.

#### \* CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

- Tensión nominal	24 kV.
- Nivel de aislamiento:	
a) a la frecuencia industrial de 50 Hz	50 kV ef.1min.
B) a impulsos tipo rayo	125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea	400 A.
- Intensidad nominal otras funciones	200 A.
- Intensidad de corta duración admisible	16 kA ef. 1s.

#### \* INTERRUPTORES.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

La apertura y cierre de los polos será simultánea, debiendo ser la tolerancia de cierre inferior a 10 ms.

Los contactos móviles de puesta a tierra serán visibles a través de visores, cuando el aparato ocupe la posición de puesto a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal sobre transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 30 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA.

#### \* CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Los fusibles cumplirán la norma DIN 43-625 y la R.U. 6.407-A y se instarán en tres compartimentos individuales, estancos y metalizados, con dispositivo de puesta a tierra por su parte superior e inferior.

### **1.1.3. TRANSFORMADORES.**

El transformador a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

### **1.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

### **1.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

### **1.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### **\* PREVENCIÓNES GENERALES.**

- 1) Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
- 2) Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
- 3) En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

- 4) No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
- 5) No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- 6) Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
- 7) En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

\* PUESTA EN SERVICIO.

- 8) Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
- 9) Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

\* SEPARACIÓN DE SERVICIO.

- 10) Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- 11) Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- 12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamentada y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.
- 13) La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la

seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

\* PREVENCIÓNES ESPECIALES.

- 14) No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
- 15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite éster vegetal) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.
- 16) Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### 1.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

### 1.6. LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

Fdo. **Aitor Rodríguez Centeno**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 500

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

## **1. OBJETO.**

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 (y modificaciones según RD 604/2006), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995 (y modificaciones según RD 604/2006), de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## **2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.**

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

### **2.1. Descripción de la obra y situación.**

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma, se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

### **2.2. Suministro de energía eléctrica.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

### **2.3. Suministro de agua potable.**

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc. En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

### **2.4. Servicios higiénicos.**

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente.

## **2.5. Servidumbre y condicionantes.**

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

## **3. RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.**

La siguiente relación de riesgos laborales que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

## **4. RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.**

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

### **4.1.4.1.-Toda la obra.**

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Ambientes pulvígenos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento

- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21<sup>a</sup> - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

## 4.2. Movimientos de tierras.

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocutaciones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

## 4.3. Montaje y puesta en tensión.

### 4.3.1. Descarga y montaje de elementos prefabricados.

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.

- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

#### 4.3.2. Puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

c) Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

#### 5. TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.

- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

## **6. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.**

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

## **7. PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.**

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

## **8. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.**

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/ 2003 de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo por el que se modifican los RD 1627/1997 y RD 39/1997.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.

- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Fdo. **Aitor Rodríguez Centeno**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 500

## **VI. PRESUPUESTO**

## PRESUPUESTO INTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED EN AT

<b>1. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA</b>			
<i>Cant.</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/ud</i>	<i>Total</i>
16.170	Módulos fotovoltaicos policristalinos Trina, Canadian, Sharp, Jinko 535Wp o similar.	107,00	1.730.190,00
3	Bloques de Inversores Fotovoltaicos de 2750kVA MVPS, incluye Sistema de estación de potencia en media tensión de 20kV, protecciones de CA y cuadro de BT, Fabricante SMA, Ingeteam o similar	195.009,14	585.027,43
1	Controlador de planta FV para consignas de red (PPC) fabricante SMA, Ingeteam o similar.	25.481,80	25.481,80
16.170	Estructuras fijas galvanizada monoposte para 2 modulos en Vertical.	44,17	714.148,05
16.170	Montaje de estructura solar y módulos fotovoltaicos sobre estructuras	11,50	185.955,00
32	Cuadro de corriente Continua con protecciones de strings, incluye seccionador de CC, portafusibles, fusibles, protector de sobretensiones Tipo 2/40kA/1500VDC.	1.300,00	41.600,00
56.000	Conductores de cable solar FV 2x6mm2 para conexionado de módulos y strings hasta caja de protecciones de strings	1,58	88.480,00
18.704	Conductores de interconexión entre cajas de seccionamiento parciales e inversor, realizado con cable 0,6/1 KV, 2x240 mm2 AL XZ1 tendido en bandeja y traza subterránea	12,03	225.009,12
1	Conductores de interconexión de unidades de inversores de CA	38.000,00	38.000,00
1	Puesta a tierra, incluye piezas de conexión, terminales para conexión de tierras de estructuras, cajas de continua e inversores.	8.499,12	8.499,12
1	Instalación eléctrica general BT , mano de obra de montaje, bandeja para canalizaciones y pequeño material eléctrico.	208.000,00	208.000,00
1	Sistema de telegestión, monitorización y control de la planta solar, incluye estación meteorológica.	20.093,03	20.093,03
1	Pruebas previas y puesta en marcha de la instalaciones, incluye puesta en marcha de las MVPS y pruebas con organismo autorizado.	15.352,80	15.352,80
1	Control de calidad y certificación del proyecto.	5.643,22	5.643,22
<b>2. OBRA CIVIL INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA</b>			
<i>Cant.</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/ud</i>	<i>Total</i>
2741	Vallado perimetral metálico con malla de simple torsión 50/16. Postes de Ø48x2800 (ml). Suministro e instalación	25,38	69.566,58
1	Preparación del terreno, accesos, caminos, desbroce, rellenos.	103.008,00	103.008,00
1	Edificio de Control y Mantenimiento	12.000,00	12.000,00
1	Canalizaciones y zanjas para conducción de cables	155.055,00	155.055,00
1	Instalaciones auxiliares, incluye alumbrado, etc	5.738,30	5.738,30

### PRESUPUESTO INTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED EN AT

<i>Cant.</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/ud</i>	<i>Total</i>
1	Estudio geotécnico y ensayos de carga axial y lateral.	7.538,30	7.538,30
1	Estudio de impacto medio ambiental	3.115	3.115,00
1	Sistema de Seguridad basado en analítica de vídeo con cámaras para el control del perímetro con grabación.	77.471,49	77.471,49
1	Gestión de residuos	2.171,39	2.171,39
1	Medidas medioambientales	1.895,90	1.895,90

### **3. INSTALACIÓN ALTA TENSIÓN**

<i>Cant.</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/ud</i>	<i>Total</i>
1	Sistema de 66kV. Suministro y montaje de Equipos eléctricos 66kV, incluye interruptores 72,5kV, seccionadores tripolar, 66kV, pararrayos de 66kV), transformadores de tensión, transformadores de intensidad, elementos auxiliares de trabajo	249.592,00	249.592,00
1	Sistema de 20kV. Conjunto de Celdas de 20kV. Celdas de llegada desde transformador de potencia, celdas de línea, interruptor automático, transformadores de intensidad, transformadores de tensión, seccionador de línea 20kV y de PaT, incluye montaje y protección de pararrayos y elementos auxiliares de trabajo.	169.391,90	169.391,90
1	Ud. Suministro y montaje de Transformador trifásico con aislamiento de aceite mineral, 66/20kV de 16 MVA ONAN/ONAF, protecciones propias, regulador de toma en carga.	390.000,00	310.000,00
1	Transformador de servicios auxiliares 20/0,420-0,242kV - 100kVA	8.500,00	8.500,00
1	Reactancia trifásica de puesta a tierra.	10.300,00	10.300,00
1	Resistencia monofásica de puesta a tierra.	6.800,00	6.800,00
1	Control, protección y servicios auxiliares de la ST 66/20 kV. Incluye armarios de control, protección y medida de sistema 66kV y transformadores, protección diferencia de barras, equipos de control y sistema de telecomunicaciones	165.676,00	140.676,00
1	Unidad de Control de subestación (UCS)	36.061,00	36.061,00
1	Elementos auxiliares de trabajo: cableado de fuerza y control, fibra optica.	20.000,00	20.000,00

### **4.OBRA CIVIL INSTALACIÓN ALTA TENSIÓN**

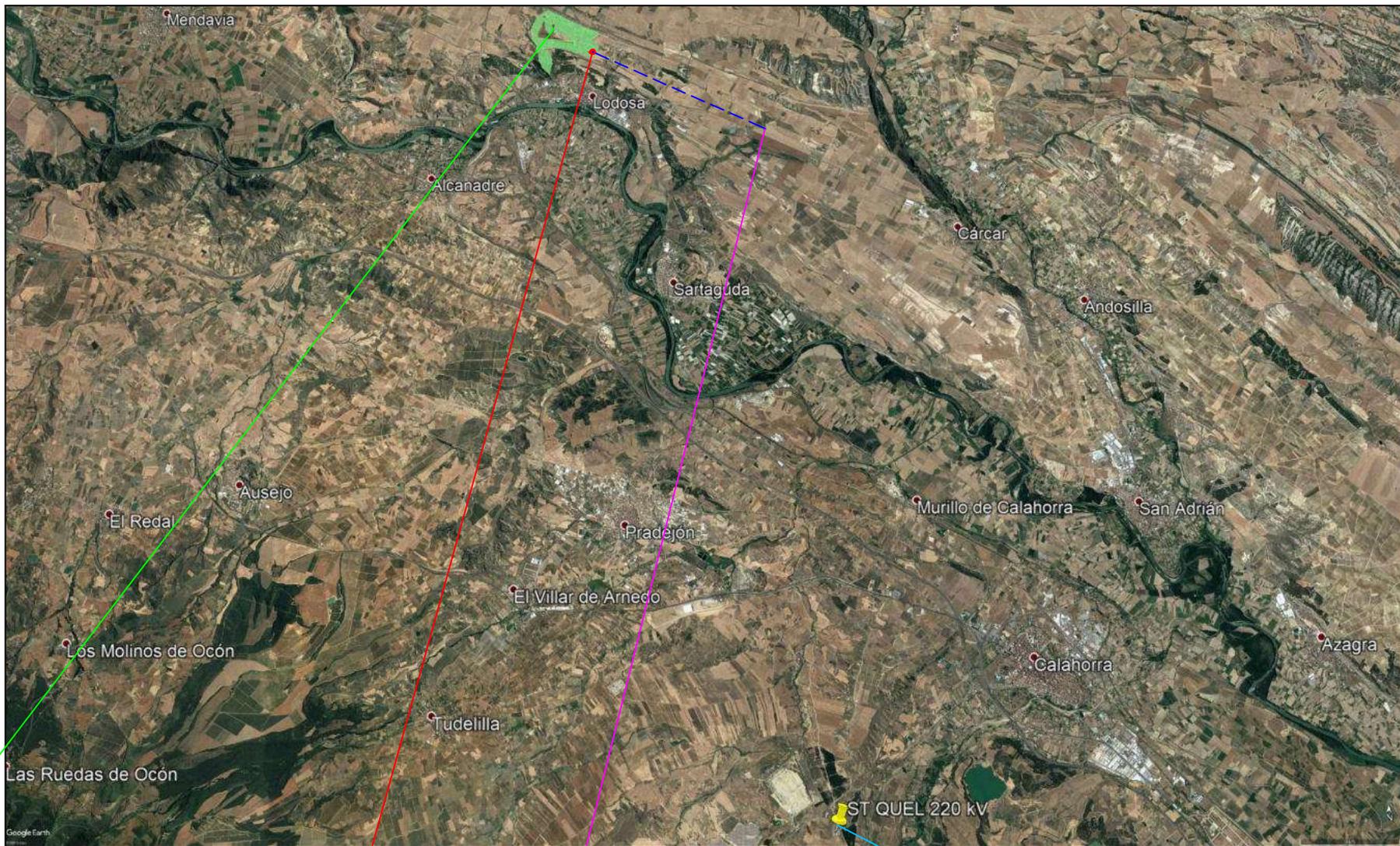
<i>Cant.</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/ud</i>	<i>Total</i>
1	Obra civil subestación eléctrica, incluye movimiento de tierras, viales, saneamiento y drenajes, cimentaciones y bancadas y la red de tierras inferiores.	110.471,08	85.471,08
1	Cerramiento perimetral y puerta de acceso.	24.536,67	24.536,67
1	Canalizaciones eléctricas, incluye zanjas tubos y arquetas	21.764,11	21.764,11
1	Edificios e instalaciones complementarias, incluye instalación del sistema alumbrado y fuerza, ventilación y climatización	85.300,00	70.300,00
1	Montaje electromecánico y control de la subestación	116.000,00	91.000,00
1	Seguridad y salud: protecciones colectivas, señalización, instalaciones provisionales, protecciones individuales, vigilancia de la salud y primeros auxilios.	12.180,00	12.180,00

**PRESUPUESTO INTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED EN AT**

<b>5. LINEA DE EVACUACIÓN DE 66KV</b>			
<i>Cant.</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/ud</i>	<i>Total</i>
320	Obra civil línea subterránea de AT, incluye apertura y cierre de zanja, protecciones tubulares, arquetas, cinta de polietileno.	73,58	23.545,60
8,0	Suministro e instalación de arquetas tipo A-2 Circuitos AT, prefabricadas de hormigón según Norma ONSE, para registro y cambio de dirección	500,00	4.000,00
960	Cable subterráneo AT 36/66kV 300mm2 AL H 75mm2 Cu	26,00	24.960,00
320	Tendido de cable de Fibra Óptica (FO) subterráneo, caja de empalme de FO, fusiones, bajo tubo existente según procedimiento del fabricante.	11,15	3.568,00
6	Terminales para cable de 36/66kV 300mm2 AL H 75mm2 Cu	1.845,00	11.070,00
7	Conversión aéreo subterránea, incluye instalación de autoválvula 66kV sobre apoyo y herrajes especiales.	5.600,00	39.200,00
2	Sistema de PaT, incluye electrodos	1.200,00	2.400,00
1	Ensayos de puesta en servicio según normativa (Continuidad, resistencia de conductor y pantalla, descargas parciales, orden de pases, resonante frec. Variable en C.A., etc)	6.778,60	6.778,60
300	Suministro de Conductor 147-AL 1/34-ST1A (LA-180) para tendido aéreo de IAT de 66kV	14,35	4.305,00
1	Suministro e instalación de Apoyo y herrajes para LAAT de 66kV. Completamente instalado, incluye excavación y cimentación, herrajes, transporte, cadenas de amarre y todos los elementos necesarios.	9.203,00	9.203,00
1	Seguridad y salud: protecciones colectivas, señalización, instalaciones provisionales, protecciones individuales, vigilancia de la salud y primeros auxilios.	12.180,00	12.180,00

<b>MONTAJE Y OBRA CIVIL</b>		<b>965.515,42</b>
<b>COSTE EQUIPOS Y MATERIALES</b>		<b>4.761.307,07</b>
<b>TOTAL COSTE PRESUPUESTO</b>		<b>5.726.822,49</b>
PROYECTO, DIRECCIÓN OBRA, COORDINACIÓN, CONTROL, VISADOS, TRAMITACIÓN CONEXIÓN Y OTROS GASTOS DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN		470.325,80
SEGURIDAD Y SALUD, PLAN PREVENCIÓN RIESGOS LABORALES Y RECURSO PREVENTIVO		85.902,34
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL		859.023,37
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>		<b>7.142.074,01</b>
IVA	21%	1.499.835,54
<b>TOTAL (IVA incluido)</b>		<b>8.641.909,55</b>

## VII. PLANOS



INST. SOLAR FV. ALBA RENOVA C1  
 LATITUD 42° 26' 25.29" N  
 LONG 2° 5' 14.62" W  
 UTM\_(X:575.058 Y:4.699.071)

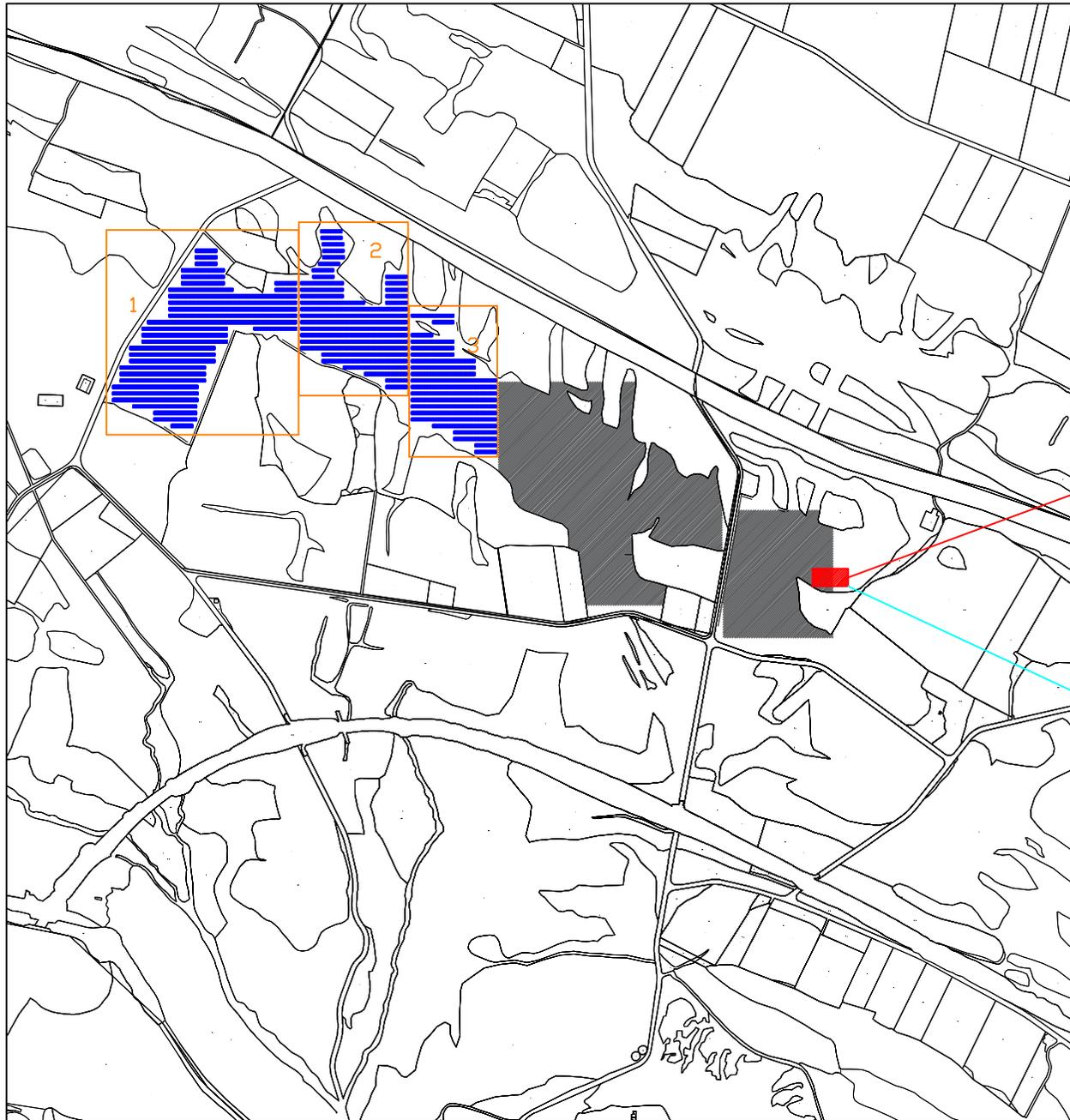
SUBESTACIÓN 16MVA - 66kV/20kV  
 PARQUE SOLAR FOTOVOLTIACO  
 ALBA RENOVA C1 Y LAMPARILLA

PUNTO DE CONEXION: CS APOYO 292  
 LAT QUEL-ALCANADRE DE 66kV  
 LATITUD 42° 24' 54.31"N  
 LONG 2° 1' 44.37"W  
 UTM\_(X:579.893 Y:4.696.319)

----- LAT de evacuacion 66kV

NUDO REE ST QUEL 220kV  
 LATITUD 42° 16' 42,0"N  
 LONG 2° 01' 08.6"W  
 UTM\_(X:580.958 Y:4.681.181)

NOMBRE		FECHA	
Dibujado por: MARGARETH_ARALLJO		11/12/20	
Aprobado por: AITOR_RODRIGUEZ		11/12/20	
ESCALA	6KM		PROYECTO N°
INST._SOLAR_FV_8,65MWP			1811377
SITUACIÓN_NODO_REE			PLANO N°
			1811377_11



1:  $306 \times 35 = 7210$  módulos  
 $7210 \times 535\text{Wp} = 3857,35$  kWp

2:  $146 \times 35 = 5110$  módulos  
 $5110 \times 535\text{Wp} = 2733,85$  kWp

3:  $110 \times 35 = 3850$  módulos  
 $3850 \times 535\text{Wp} = 2059,75$  kWp

TOTAL:  $16170$  módulos  $\times 535\text{Wp} = 8,65\text{MWp}$

Subestación 20/66kV

Instalación FV 7,3 kW no objeto de este proyecto

Línea AT particular 66 kV entre subestación y punto de conexión (apoyo 242 Línea Quel-Renfe Alcanadre)

NOMBRE		FECHA	
Dibujado por: MARGARETH_ARAUJO		14/12/20	
Aprobado por: AITOR_RODRIGUEZ		14/12/20	
ESCALA	INST._SOLAR_FV_8,25_MWP DISTRIBUCIÓN		PROYECTO N° 1811377 PLANO N° 1811377_20

PLANO\_CATASTRAL  
 INSTALACIÓN\_SOLAR\_FOTOVOLTAICA

8,65\_MWP  
 8,25\_MW  
 20/66kV

LODOSA\_TERRENOS\_PROPUUESTOS

1 POLIGONO\_6 LONG\_2°5'0,2''W  
 PARCELA\_321 LAT\_42°26'18''N  
 UTM\_(X:575.388\_Y:4.698.866)

2 POLIGONO\_1 LONG\_2°4'47''W  
 PARCELA\_1814 LAT\_42°26'13''N  
 UTM\_(X:575.678\_Y:4.698.703)

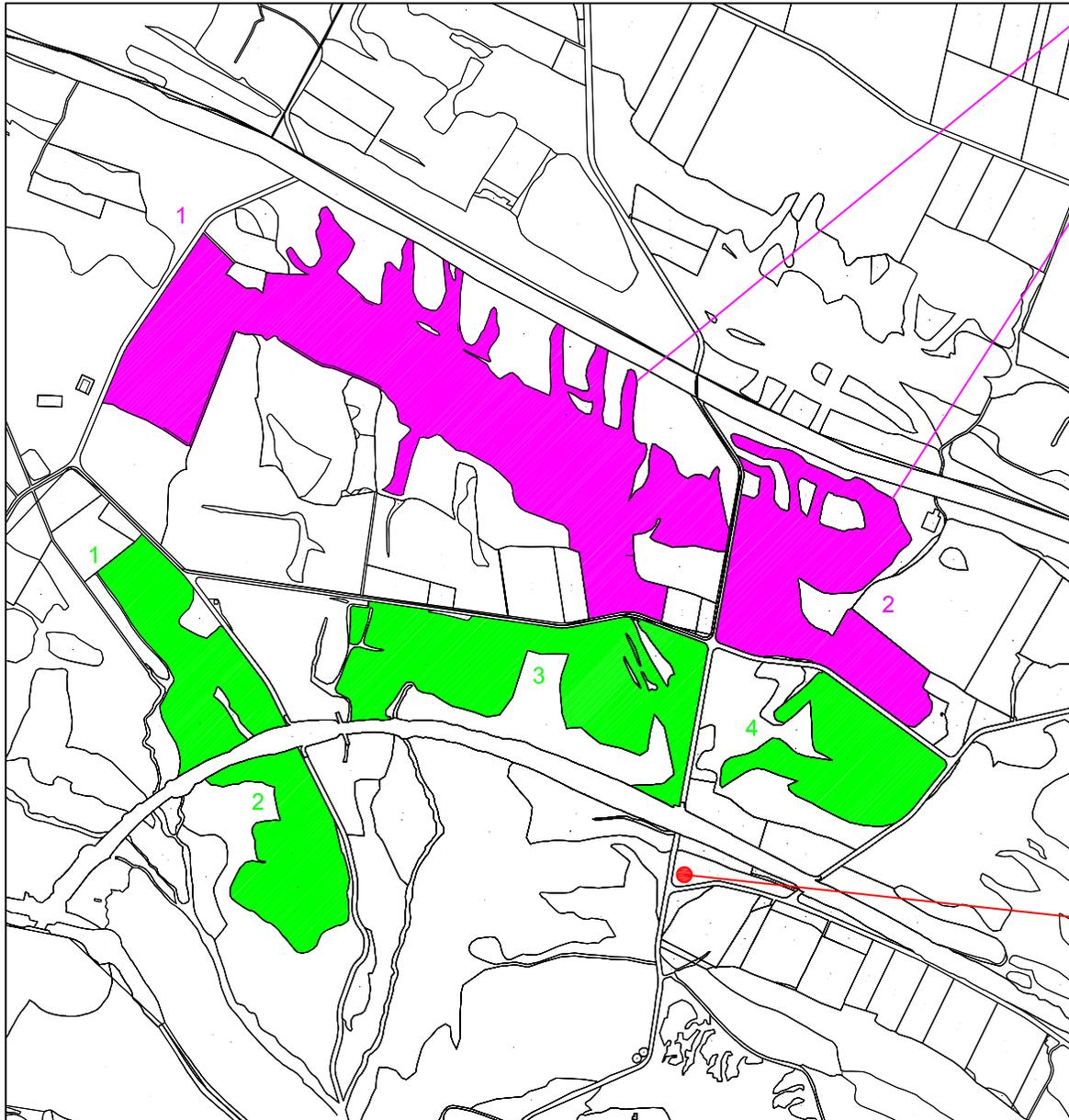
LODOSA\_TERRENOS\_POSIBLES

1 POLIGONO\_1  
 PARCELA\_1810

2 POLIGONO\_1  
 PARCELA\_1516

3 POLIGONO\_1  
 PARCELA\_1813

4 POLIGONO\_1  
 PARCELA\_1837



 TERRENOS\_INICIALMENTE\_PROPUUESTOS

 TERRENOS\_POSIBLES

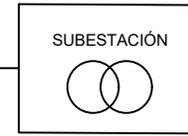
 APOYO MAS CERCANO LINEA AT  
 QUEL/ALCANADRE 66KV

NOMBRE		FECHA
Dibujado por: MARGARETH_ARAUJO		26/11/20
Aprobado por: AITOR_RODRIGUEZ		26/11/20
ESCALA	PROYECTO N°	
1:1	1811377	
INST._SOLAR_FV_8,65_MW_LODOSA SITUACIÓN_(CATASTRAL)		PLANO N°
		1811377_20



LÍNEA ELÉCTRICA DE EVACUACIÓN EN AT

LÍNEA ELÉCTRICA AEREA EN AT



Un:66 kV

Un:66 kV

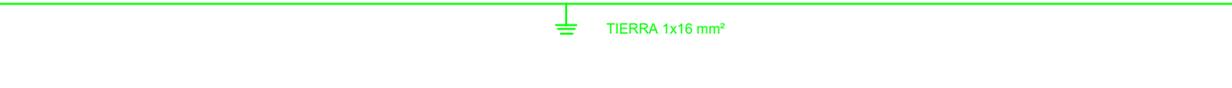
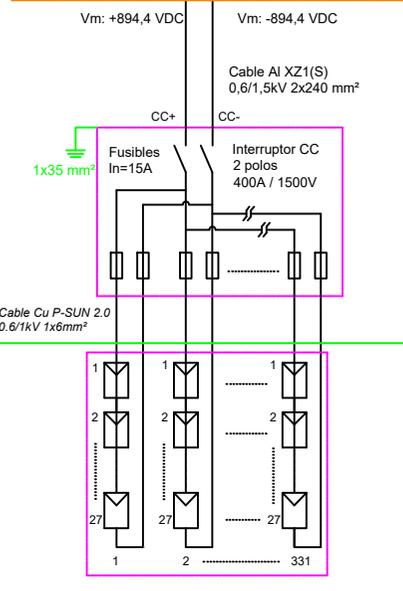
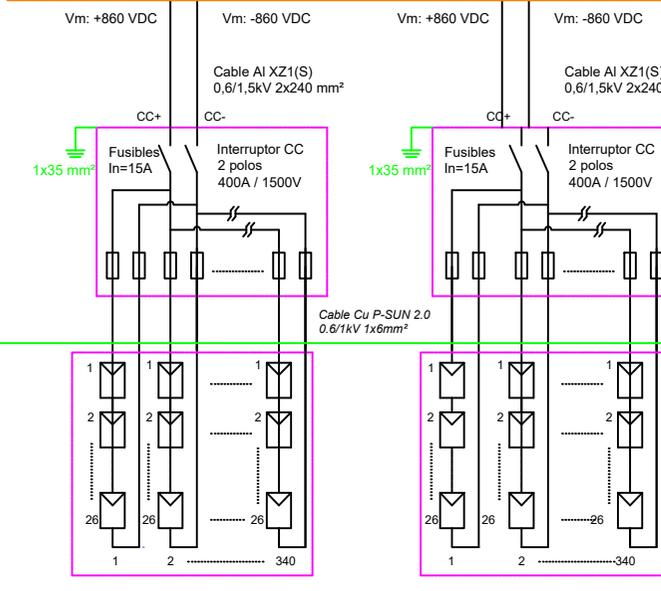
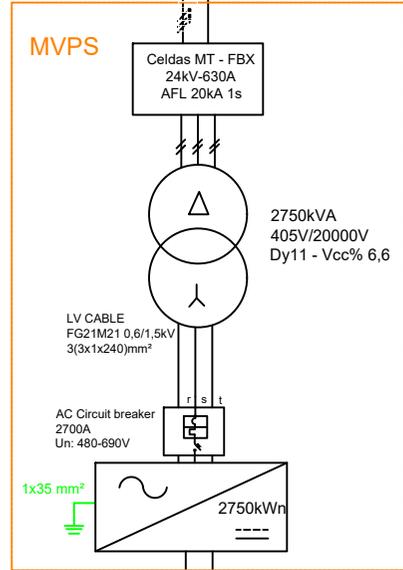
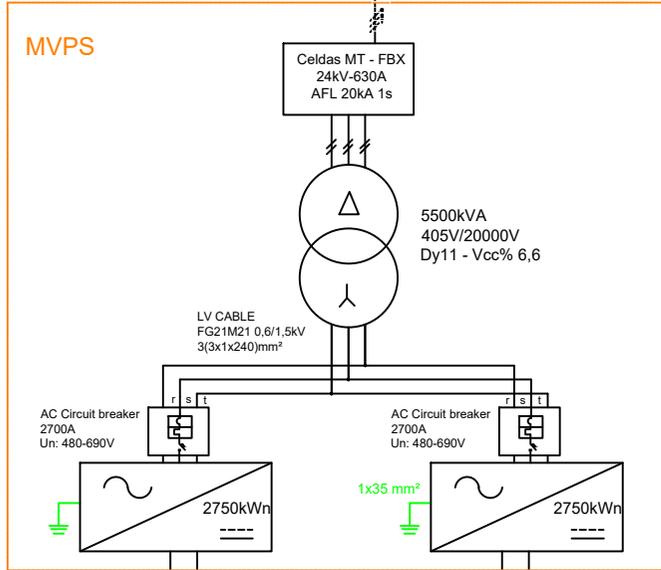
Un:66 kV

Un:20 kV



RED ELÉCTRICA

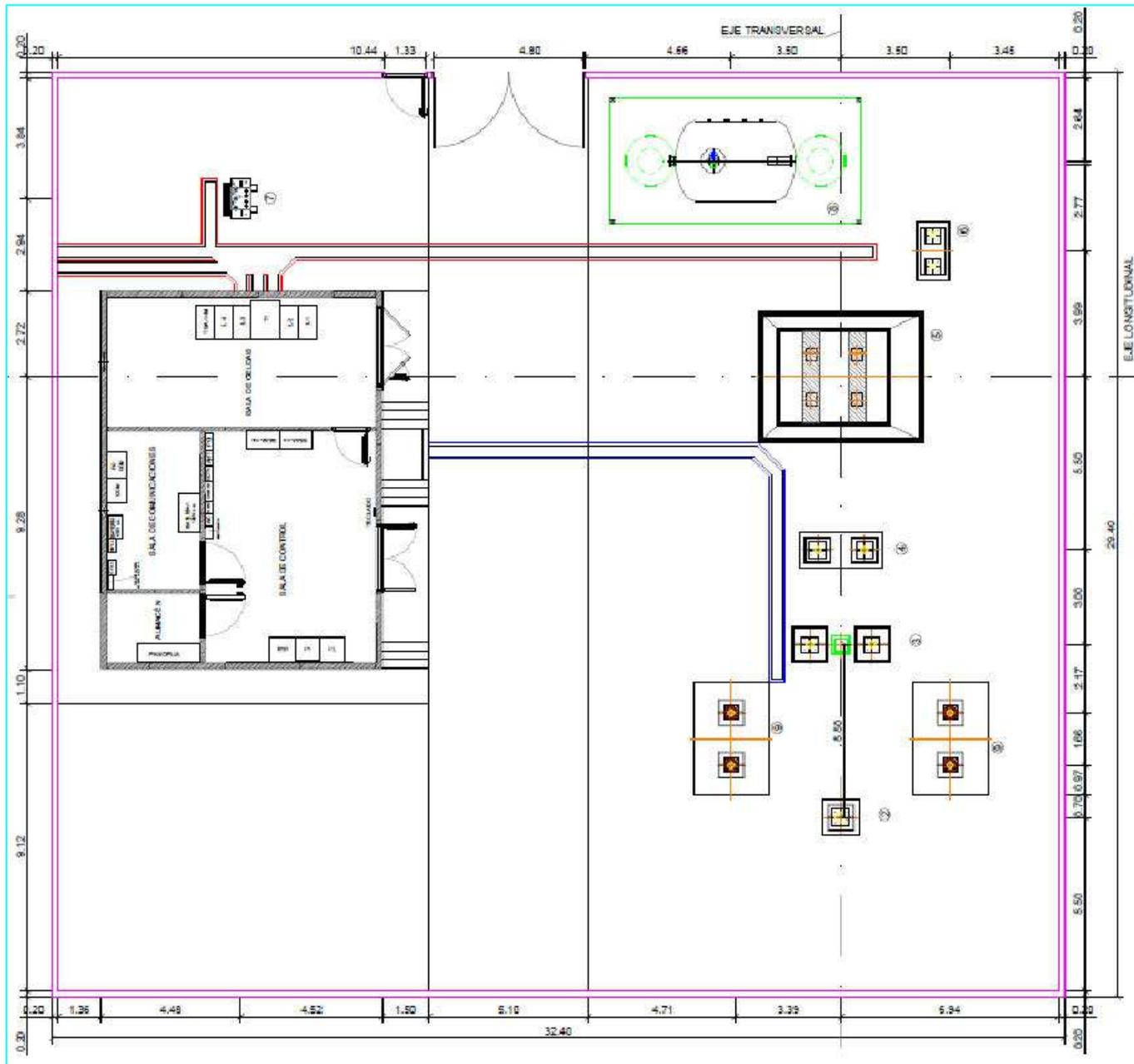
PLANTA SOLAR ALBA  
RENOVA  
LAMPARILLA  
8,18MWp/7,3MWh



16.170 Módulos FV  
535Wp Trina Solar o  
similar

NOMBRE		FECHA		
Dibujado por:	MARGARETH_ARAUJO	26/11/20		
Aprobado por:	AIOR_RODRIGUEZ	26/11/20		
ESCALA				PROYECTO N°
				1811377
				PLANO N°
				18011377_20

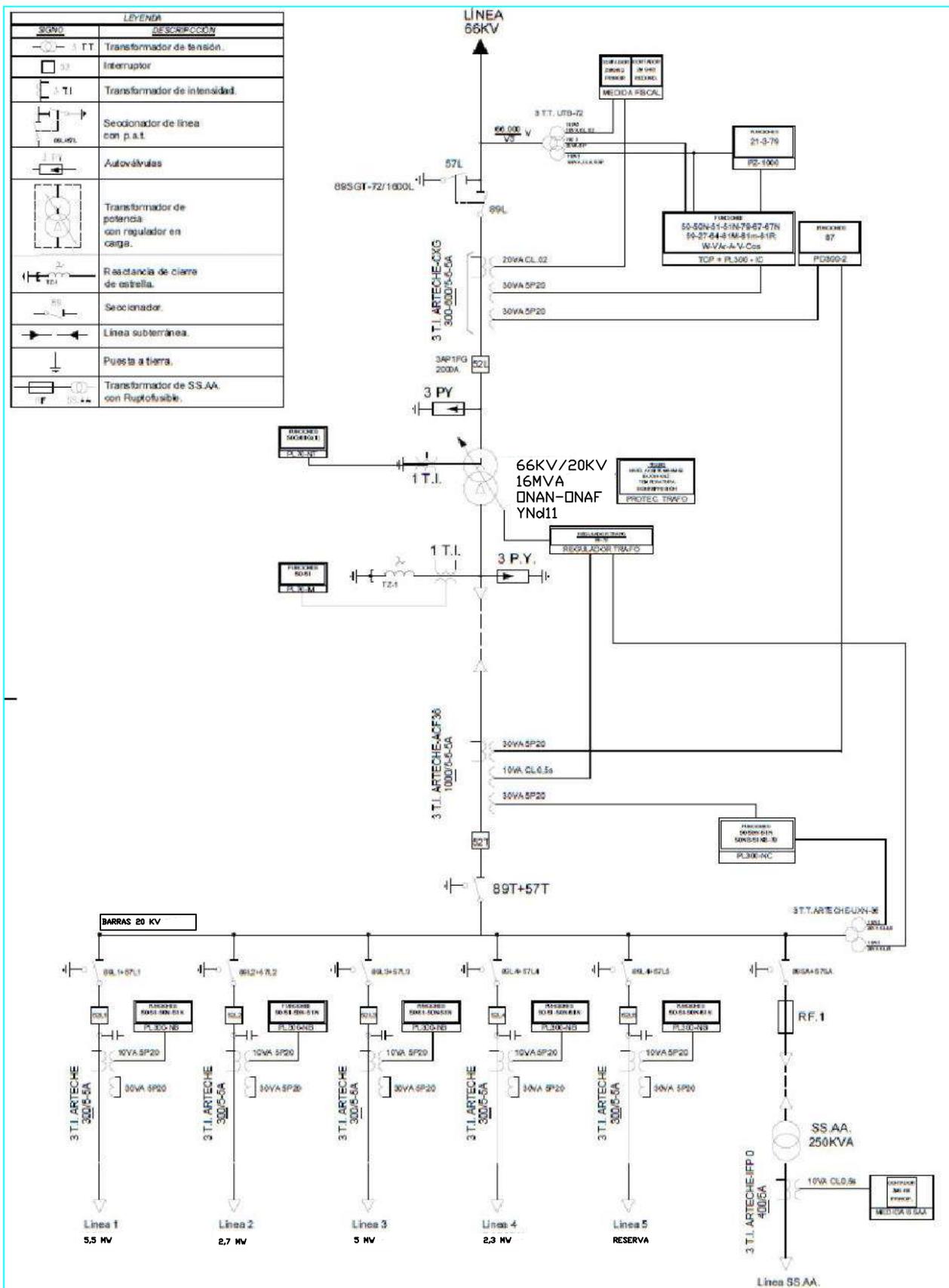
INST.\_SOLAR\_FV\_8650,6\_KWP\_C1  
ESQUEMA\_UNIFILAR\_V2



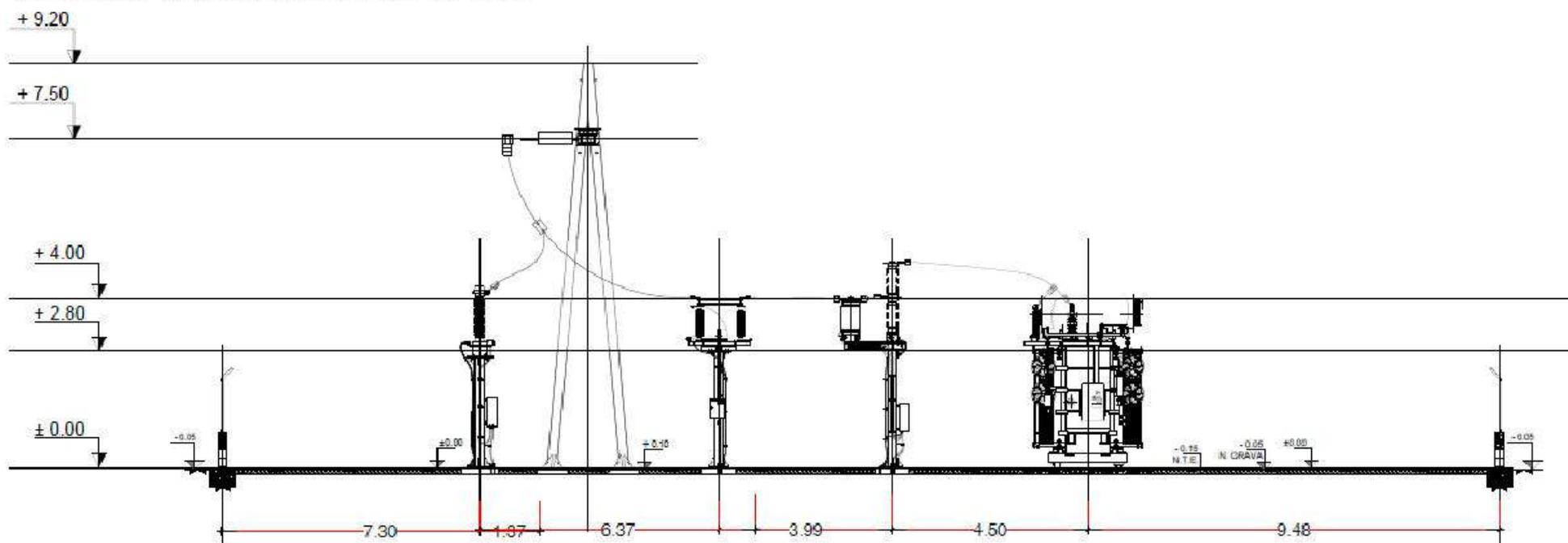
CUADRO DE CIMENTACIONES		
POS.	CANT.	DENOMINACION
1		
2	1 Ud.	CIMENTACION TRAFO DE TENSION
3	1 Ud.	CIMENTACION SOPORTE SECCIONADOR DE LINEA CO.T.T.
4	1 Ud.	CIMENTACION INTERRUPTOR 88 KV - T.I.
5	1 Ud.	CIMENTACION TRANSFORMADORES DE POTENCIA
6	1 Ud.	CIMENTACION REACTANCIA
7	1 Ud.	CIMENTACION TRANSFORMADOR S.S.A.A
8	1 Ud.	DEPOSITO RECOGIDA DE ACEITE
9	1 Ud.	CIMENTACION PORTICO

NOMBRE		FECHA
Dibujado por:	MARGARETH_ARAUJO	14/12/20
Aprobado por:	AITOR_RODRIGUEZ	14/12/20
		
ESCALA		PROYECTO N°
	INST._SOLAR_FV_8,25_MWP	1811377
	CIMENTACIONES	PLANO N°
		1811377_22

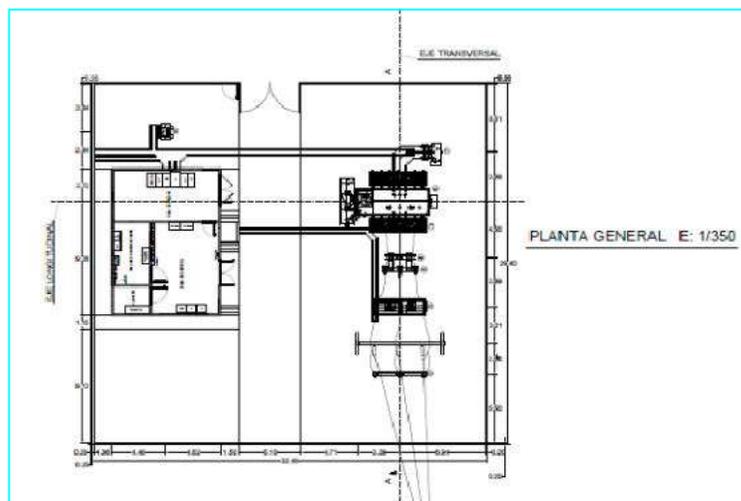
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Transformador de tensión.
	Interruptor
	Transformador de intensidad.
	Seccionador de línea con p.a.t.
	Autoválvulas
	Transformador de potencia con regulador en carga.
	Reactancia de cierre de estrella.
	Seccionador
	Línea subterránea.
	Puesta a tierra.
	Transformador de S.S.AA. con Reptofusible.



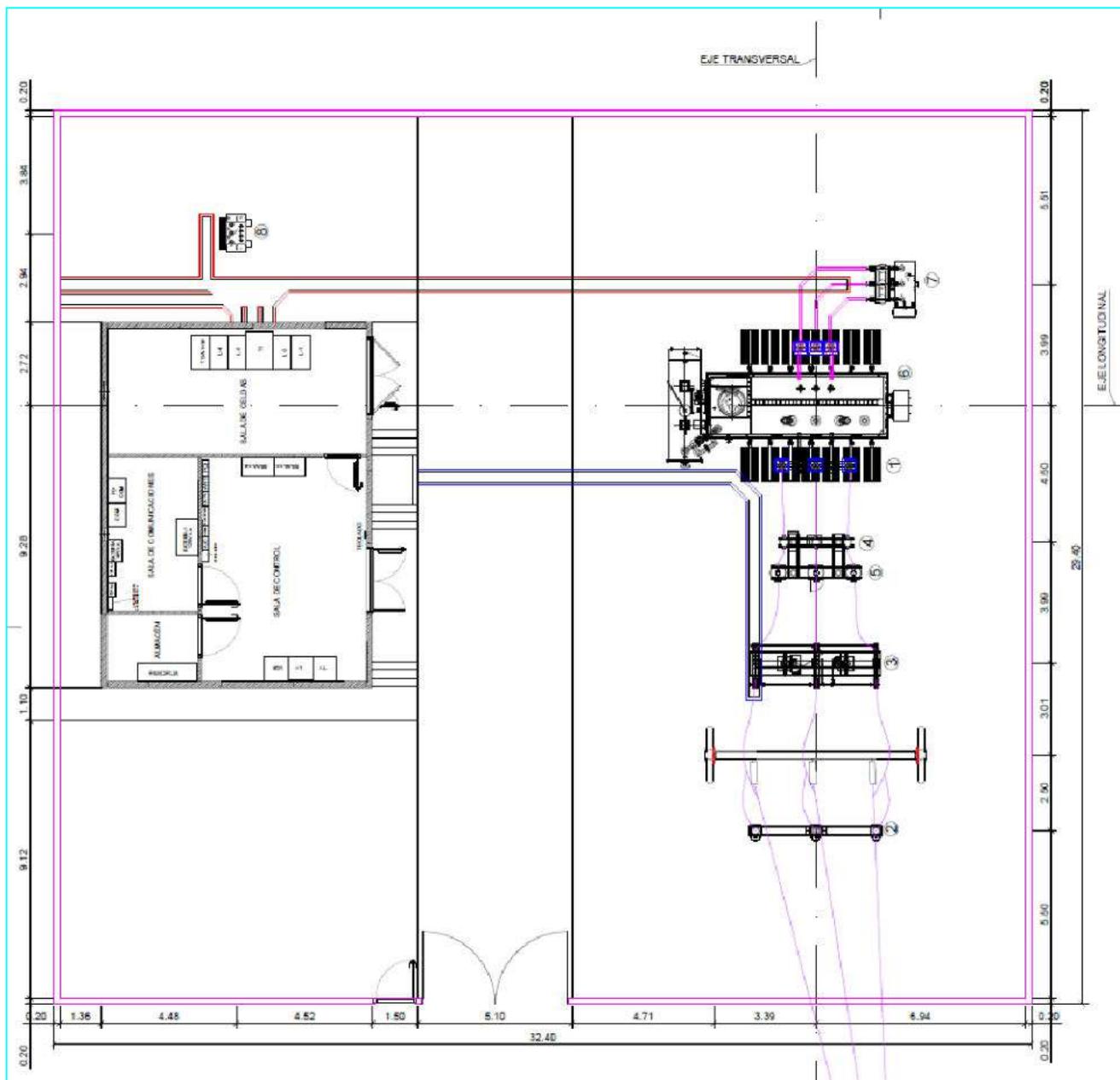
# SECCIÓN TRANSVERSAL A-A E: 1/100



NOTAS:  
1.- COTAS Y ELEVACIONES EN METROS.



	NOMBRE	FECHA	 <b>ALBA RENOVA</b>
Dibujado por:	MARGARETH_ARAUJO	14/12/20	
Aprobado por:	AIOR_RODRIGUEZ	14/12/20	
ESCALA			PROYECTO N°
	INST._SOLAR_FV_8,25_MWP		1811377
	SECCIONES_GENERALES		PLANO N°
			1811377_23



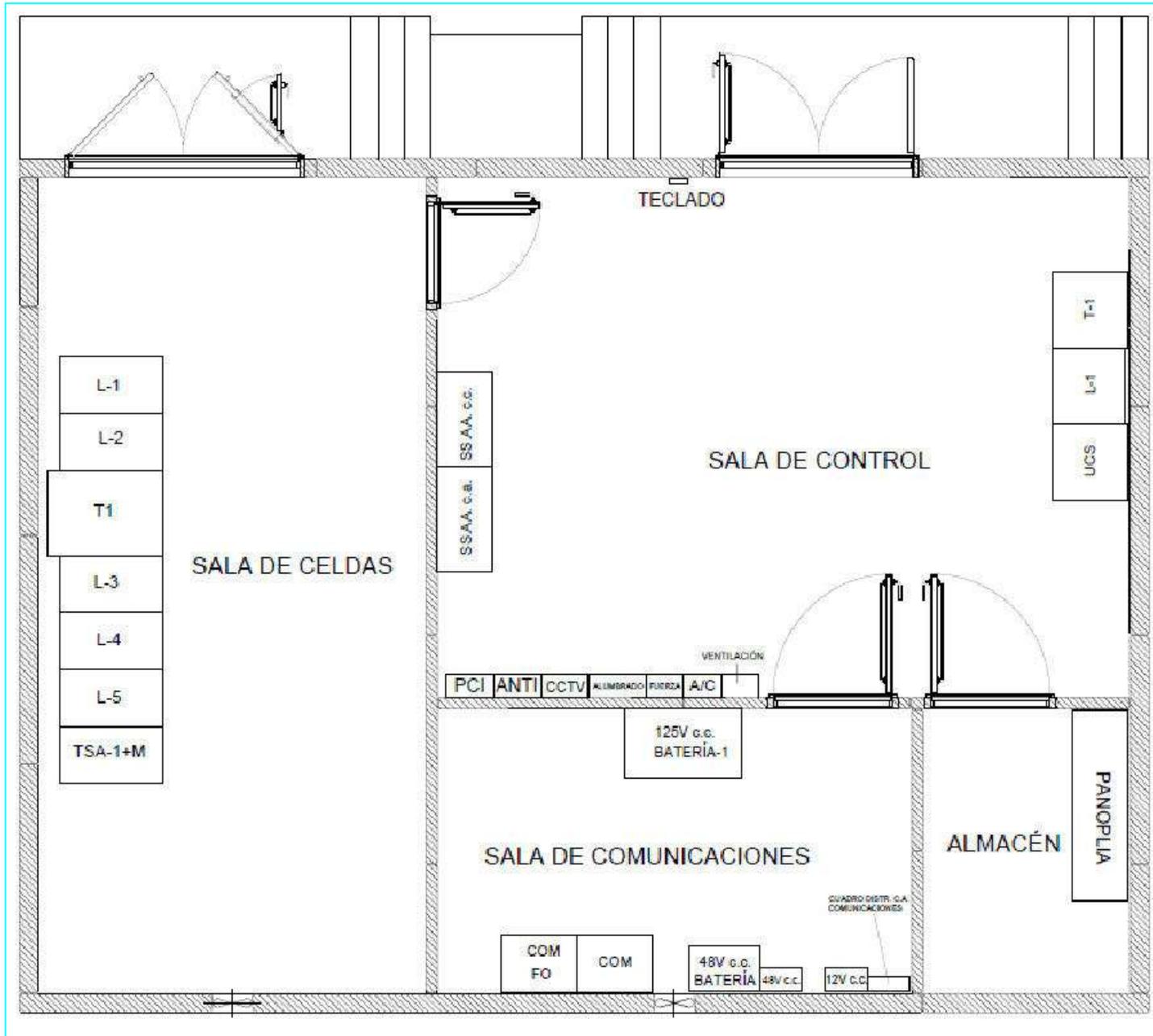
CUADRO DE EQUIPOS PRINCIPALES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
1	3 Ud.	PARARRALOS AUTOVALVULARES 66KV
2	3 Ud.	TRANSFORMADORES DE TENSION
3	1 Ud.	SECCIONADOR CON P.A.T.
4	1 Ud.	INTERRUPTOR TRIPOLAR
5	3 Ud.	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
6	1 Ud.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
7	1 Ud.	REACTANCIA
8	1 Ud.	TRAFQ SERVICIOS AUXILIARES

NOMBRE		FECHA
Dibujado por:	MARGARETH_ARAUJO	14/12/20
Aprobado por:	AIOR_RODRIGUEZ	14/12/20

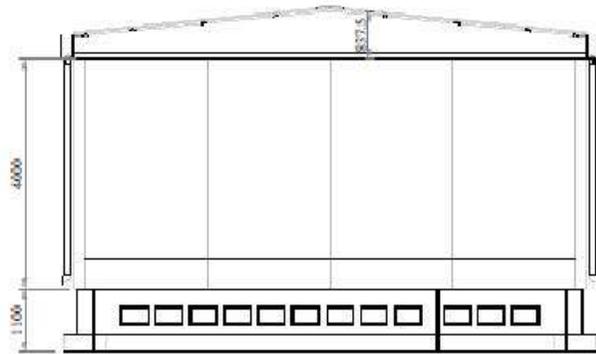


ALBA  
RENOVA

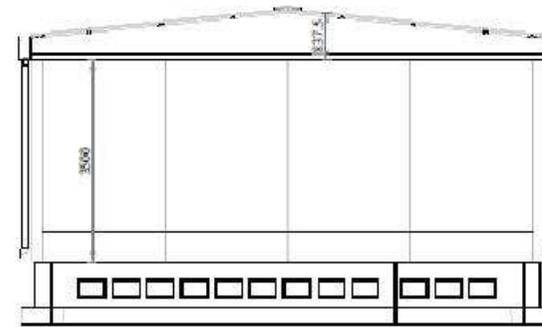
ESCALA	PROYECTO N°
	1811377
	PLANO N°
	1811377_20



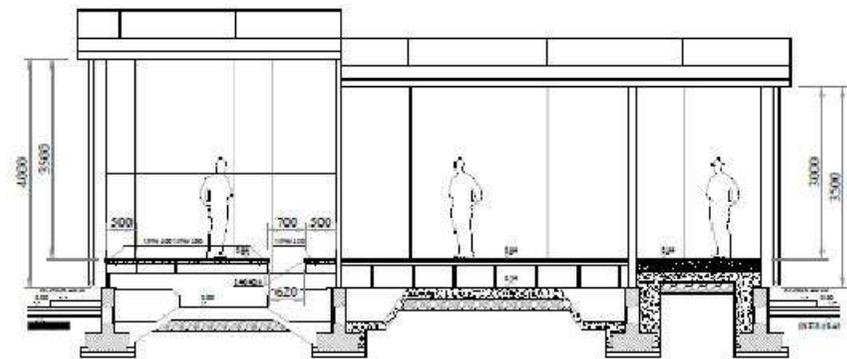
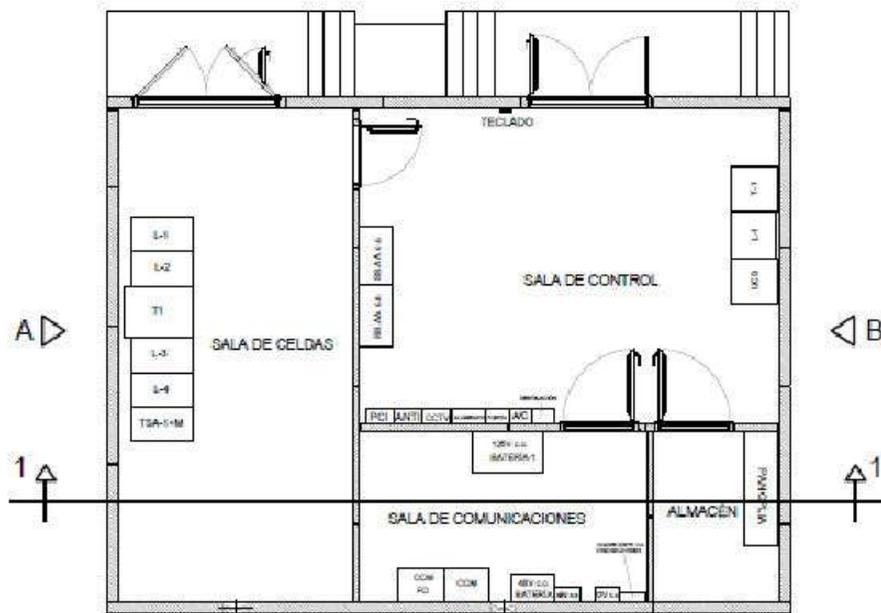
	NOMBRE	FECHA	 <b>ALBA RENOVA</b>
	Dibujado por: MARGARETH_ARAUJO	14/12/20	
	Aprobado por: AITOR_RODRIGUEZ	14/12/20	
ESCALA			PROYECTO N°
	INST._SOLAR_FV_8,25_MWP		1811377
	EDIFICIO_CONTROL_EQUIPOS		PLANO N°
			1811377_25



Vista por A



Vista por B



Sección 1-1

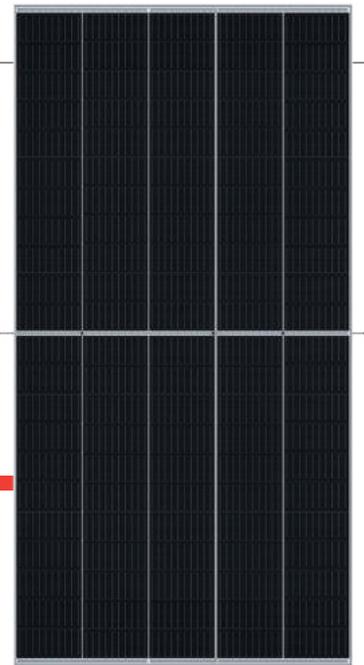
	NOMBRE	FECHA	 <b>ALBA RENOVA</b>
	Dibujado por: MARGARETH_ARAUJO	14/12/20	
	Aprobado por: AITOR_RODRIGUEZ	14/12/20	
ESCALA			PROYECTO N°
	INST._SOLAR_FV_8,25_MWP		1811377
	EDIFICIO_CONTROL		PLANO N°
			1811377_24





## VIII. ANEXOS

# 1. FICHAS TÉCNICAS



# THE Vertex

## BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

# 555W

MAXIMUM POWER OUTPUT

# 21.2%

MAXIMUM EFFICIENCY

# 0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS

TSM-DE19M(II)

POWER RANGE

535-555W



### High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation; extended 30-year warranty
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment



### High power up to 555W

- Up to 21.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



### High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load
- Certificated to fire class A



### High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature

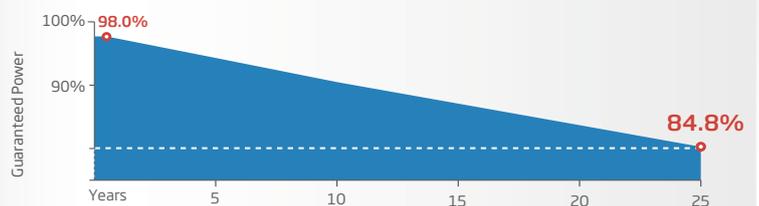
Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

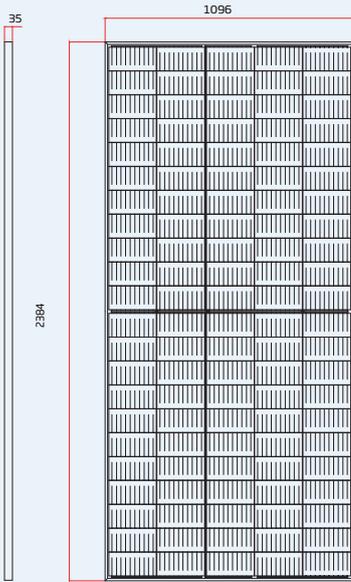
### Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

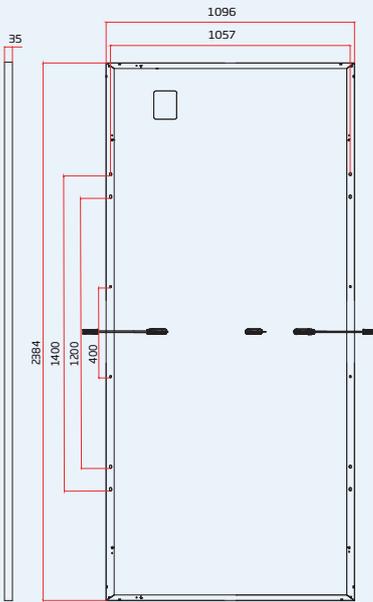


### Trina Solar's Vertex Backsheet Performance Warranty

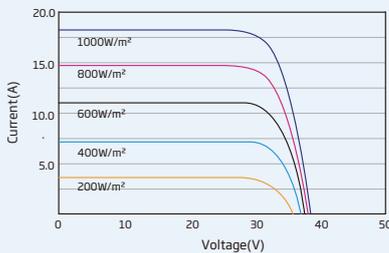
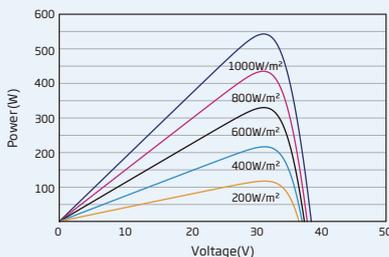


**DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)**


Front View



Back View

**I-V CURVES OF PV MODULE(545W)**

**P-V CURVES OF PV MODULE(545W)**

**ELECTRICAL DATA (STC)**

Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*	535	540	545	550	555
Power Tolerance- $P_{MAX}$ (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	17.28	17.33	17.37	17.40	17.45
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	18.36	18.41	18.47	18.52	18.56
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.5	20.7	20.9	21.0	21.2

 STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.  
 \*Measuring tolerance: ±3%.

**ELECTRICAL DATA (NMOT)**

Maximum Power- $P_{MAX}$ (Wp)	411	415	419	423	427
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	29.2	29.4	29.6	29.8	30.0
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	14.06	14.10	14.15	14.19	14.23
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	35.6	35.7	35.9	36.1	36.3
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	14.77	14.81	14.86	14.90	14.93

 NMOT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	110 cells
Module Dimensions	2384×1096×35 mm (93.86×43.15×1.38 inches)
Weight	28.6 kg (63.1 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Landscape: 1400/1400 mm(55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

**TEMPERATURE RATINGS**

NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	39°C (±3°C)
Temperature Coefficient of $P_{MAX}$	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of $V_{OC}$	-0.26%/°C
Temperature Coefficient of $I_{SC}$	0.04%/°C

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

**MAXIMUM RATINGS**

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	30A

**WARRANTY**

- 12 year Product Workmanship Warranty
- 25 year Power Warranty
- 2% first year degradation
- 0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

**PACKAGING CONFIGURATION**

- Modules per box: 31 pieces
- Modules per 40' container: 558 pieces

# SUNNY CENTRAL

## 2200 / 2475 / 2500-EV / 2750-EV / 3000-EV



SC-2200-10 / SC-2475-10 / SC-2500-EV-10 / SC-2750-EV-10 / SC-3000-EV-10



Opcionalmente con un acumulador acoplado a CC para los dispositivos de 1500 V

Plena potencia hasta los 35 °C

### Eficiente

- Transporte de hasta 4 inversores en el contenedor de flete marítimo estándar
- Posibilidad de sobredimensionado de hasta 225 %
- Plena potencia a temperaturas ambiente de hasta 35 °C

### Resistente

- Sistema de refrigeración de aire inteligente OptiCool para una refrigeración eficiente
- Apto para exteriores, para el uso en cualquier parte del mundo y para todas las condiciones ambientales y climáticas

### Flexible

- Conformidad con todos los requisitos de red conocidos en todo el mundo
- Modo Statcom nocturno
- Disponible como equipo individual o solución llave en mano, incluido el bloque de media tensión

### Cómodo

- Área de conexión de CC mejorada
- Área de conexión para los equipos del cliente
- Soporte de tensión integrado para equipos consumidores internos y externos

## SUNNY CENTRAL 2200 / 2475 / 2500-EV / 2750-EV / 3000-EV

El nuevo Sunny Central: más potencia por metro cúbico

Con una potencia de hasta 3000 kVA en tensiones de sistema de CC de 1100 V o 1500 V, el inversor central de SMA permite una planificación más eficiente de la planta y una reducción de los costes específicos en centrales fotovoltaicas. Dispone de un suministro de tensión separado y espacio adicional para instalar los equipos del cliente. Verdadera tecnología de 1500 V y el sistema de refrigeración inteligente OptiCool aseguran un funcionamiento libre de fallos incluso con temperaturas ambiente extremas y una larga vida útil de 25 años.

# SUNNY CENTRAL 1500 V

Datos técnicos	Sunny Central 2500-EV	Sunny Central 2750-EV	Sunny Central 3000-EV
<b>Entrada (CC)</b>			
Rango de tensión del MPP $V_{CC}$ (a 25 °C / a 35 °C / a 50 °C)	850 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V	875 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V	956 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V
Tensión de entrada mín. $V_{CC, \text{mín.}}$ / tensión de arranque $V_{CC, \text{arranque}}$	778 V / 928 V	849 V / 999 V	927 V / 1077 V
Tensión de entrada máx. $V_{CC, \text{máx.}}$	1500 V	1500 V	1500 V
Corriente de entrada máx. $I_{CC, \text{máx.}}$ (a 35 °C / a 50 °C)	3200 A / 2956 A	3200 A / 2956 A	3200 A / 2970 A
Corriente de cortocircuito máx.	6400 A	6400 A	6400 A
Número de entradas de CC	24 protegidos por dos polos (32 protegidos por un polo) para entradas fotovoltaicas		
Número de entradas de CC con la opción de sistema de almacenamiento acoplado de CC	18 protegidos por dos polos (32 protegidos por un polo) para entradas fotovoltaicas y 6 protegidos por dos polos para baterías		
Número máx. de cables de CC por entrada de CC (para cada polaridad)	2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm <sup>2</sup>		
Monitorización de zona integrada	○		
Tamaños de fusible de CC disponibles (por entrada)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A		
<b>Salida (CA)</b>			
Potencia nominal de CA con $\cos \varphi = 1$ (a 35 °C / a 50 °C)	2500 kVA / 2250 kVA	2750 kVA / 2500 kVA	3000 kVA / 2700 kVA
Potencia nominal de CA con $\cos \varphi = 0,8$ (a 35 °C / a 50 °C)	2000 kW / 1880 kW	2200 kW / 2000 kW	2400 kW / 2160 kW
Corriente nominal de CA $I_{CA, \text{nom}} =$ Corriente máx. de salida $I_{CA, \text{máx.}}$	2624 A	2646 A	2646 A
Coefficiente de distorsión máx.	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal
Tensión nominal de CA/rango de tensión nominal de CA <sup>1) 8)</sup>	550 V / 440 V a 660 V	600 V / 480 V a 720 V	655 V / 524 V a 721 V <sup>9)</sup>
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/47 Hz a 53 Hz 60 Hz/57 Hz a 63 Hz		
Relación mín. de cortocircuito en los bornes de CA <sup>10)</sup>	> 2		
Factor de potencia a potencia asignada/factor de desfase ajustable <sup>8) 11)</sup>	● 1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo ○ 1 / 0,0 inductivo a 0,0 capacitivo		
<b>Rendimiento</b>			
Rendimiento máx. <sup>2)</sup> /rendimiento europeo <sup>2)</sup> /rendimiento californiano <sup>3)</sup>	98,6 % / 98,3 % / 98,0 %	98,7 % / 98,5 % / 98,5 %	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %
<b>Dispositivos de protección</b>			
Punto de desconexión en el lado de entrada	Interruptor-seccionador de CC		
Punto de desconexión en el lado de salida	Interruptor de potencia de CA		
Protección contra sobretensión de CC	Descargador de sobretensión, tipo I & II		
Protección contra sobretensión de CA (opcional)	Descargador de sobretensión, clase I & II		
Protección contra rayos (según IEC 62305-1)	Tipo de protección contra rayos III		
Monitorización de fallo a tierra/de fallo a tierra por control remoto	○ / ○		
Monitorización de aislamiento	○		
Tipo de protección: electrónica/conducto de aire/área de conexión (según IEC 60529)	IP65 / IP34 / IP34		
<b>Datos generales</b>			
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	2780 / 2318 / 1588 mm (109,4 / 91,3 / 62,5 in)		
Peso	< 3400 kg / < 7496 lb		
Autoconsumo (máx. <sup>4)</sup> / carga parcial <sup>5)</sup> / promedio <sup>6)</sup>	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W		
Autoconsumo (en espera)	< 370 W		
Alimentación auxiliar interna	Transformador integrado de 8,4 kVA		
Rango de temperatura de servicio <sup>8)</sup>	-25 °C a 60 °C / -13 °F a 140 °F		
Emisiones de ruido <sup>7)</sup>	67,8 dB(A)		
Rango de temperatura (en espera)	-40 °C a 60 °C / -40 °F a 140 °F		
Rango de temperatura (almacenamiento)	-40 °C a 70 °C / -40 °F a 158 °F		
Valor máximo permitido para la humedad relativa (con condensación/sin cond.)	95 % a 100 % (2 meses/año) / 0 % a 95 %		
Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar <sup>8)</sup> 1000 m / 2000 m <sup>12)</sup> / 3000 m <sup>12)</sup>	● / ○ / -		
Consumo de aire fresco	6500 m <sup>3</sup> /h		
<b>Equipamiento</b>			
Conexión de CC	Terminal de cable en cada entrada (sin fusible)		
Conexión de CA	Con sistema de barra (tres barras colectoras, una por cada conductor de fase)		
Comunicación	Ethernet, maestro Modbus, esclavo Modbus		
Comunicación del SMA String-Monitor (medio de transmisión)	Modbus TCP / ethernet (fibra óptica MM, Cat-5)		
Color de la carcasa/del techo	RAL 9016 / RAL 7004		
Transformador de alimentación para equipos consumidores externos	○ (2,5 kVA)		
Cumple con las normas y directivas	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, BDEW-MSRL, IEEE1547, Arrêté du 23/04/08		
Normas CEM	EN55011:2017, IEC/EN 61000-6-2, FCC Part 15 Class A		
Cumple con las normas y directivas de calidad	VDI/VDE 2862 página 2, DIN EN ISO 9001		
● De serie ○ Opcional – No disponible			
Modelo comercial	SC-2500-EV-10	SC-2750-EV-10	SC-3000-EV-10

1) La potencia nominal CA se reduce con el mismo ratio que la tensión nominal CA

2) Rendimiento medido sin autoalimentación

3) Rendimiento medido con autoalimentación

4) Autoconsumo en funcionamiento nominal

5) Autoconsumo con < 75 % Pn a 25 °C

6) Autoconsumo promediado desde el 5 % hasta el 100 % Pn a 35 °C

7) Nivel de presión sonora a 10 m de distancia

8) Los valores se aplican solo a inversores. Los valores admisibles de soluciones de media tensión de SMA se especifican en las fichas de datos correspondientes.

9) Rango de tensión de CA solo se puede ampliar para redes de 50 Hz/753 V (la opción "Autoalimentación externa" deberá seleccionarse, la opción "Alimentación adicional externa" no se puede combinar).

10) Una relación cortocircuito < 2 tiene que ser autorizada aparte de SMA

11) Según la tensión de entrada

12) Posible como versión especial, anterior reducción de potencia en función de la temperatura y reducción de la tensión en vacío de CC



## **2. CALCULOS PRODUCCIÓN INSTALACIÓN SOLAR**

**ALBA RENOVA SL**  
Avenida Estella 36  
31300 Tafalla  
España

**Nombre del proyecto:** Carcar-Lodosa (C1) 8,25MW

23/12/2020

## Documentación

### Datos del cliente

---

Empresa

---

Número de cliente

---

Persona de contacto

---

Dirección

---

Teléfono

---

Fax

---

E-mail

---

### Datos del proyecto

---

Nombre del proyecto Carcar-Lodosa (C1) 8,25MW

---

N.º de oferta

---

Autor

---

Dirección

---



# Vista general del proyecto

## Instalación FV

Sistema FV conectado a la red

Datos climáticos	Cárcar, ESP (1991 - 2010)
Potencia generador FV	8650,95 kWp
Superficie generador FV	42.250,0 m <sup>2</sup>
Número de módulos FV	16170
Número de inversores	3

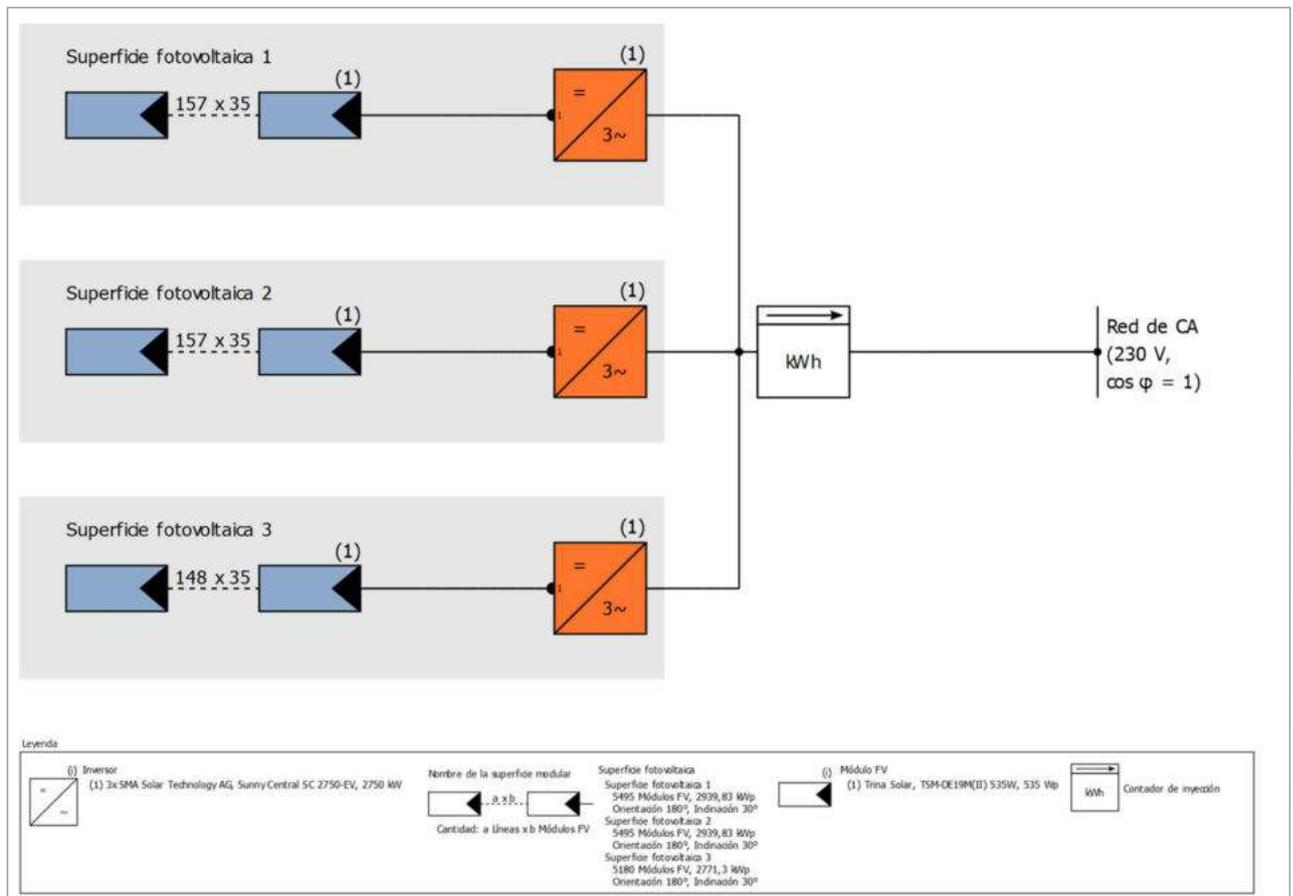


Figura: Diagrama esquemático

## El rendimiento

El rendimiento

Energía de generador FV (Red CA)	12.002.041 kWh
Inyección en la red	12.002.041 kWh
Limitación en el punto de inyección	0 kWh
Proporción de consumo propio	0,0 %
Fracción de cobertura solar	0,0 %
Rendimiento anual espec.	1.387,37 kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	85,8 %
Emissiones de CO <sub>2</sub> evitadas	7.201.225 kg / año

# Disposición de la instalación

## Resumen

### Datos del sistema

Tipo de instalación	Sistema FV conectado a la red
Puesta en marcha	01/09/2021

### Datos climáticos

Ubicación	Cárcar, ESP (1991 - 2010)
Resolución de los datos	1 h
Modelos de simulación utilizados:	
- Radiación difusa sobre la horizontal	Hofmann
- Radiación sobre superficie inclinada	Liu & Jordan

## Superficies de módulos

### 1. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 1

#### Generador FV, 1. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 1

Nombre	Superficie fotovoltaica 1
Módulos FV	5495 x TSM-DE19M(II) 535W (v2)
Fabricante	Trina Solar
Inclinación	30 °
Orientación	Sur 180 °
Situación de montaje	Sobre soportes - superficie libre
Superficie generador FV	14.357,7 m <sup>2</sup>

#### Sombreado, 1. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 1

Sombreado	0 %
-----------	-----

## Carcar-Lodosa (C1) 8,25MW

### Degradación de los módulos, 1. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 1

Potencia restante al cabo de 25 años

85 %

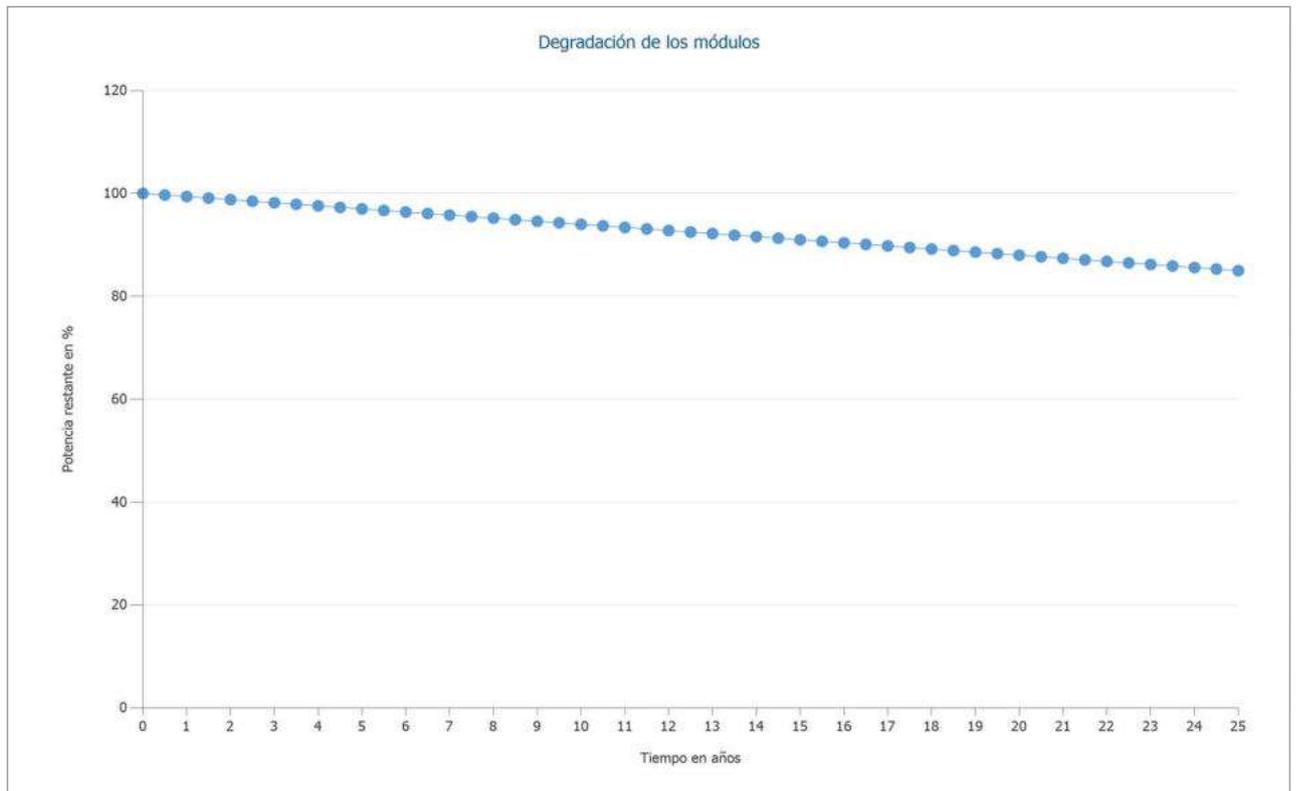


Figura: Degradación de los módulos, 1. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 1

### 2. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 2

#### Generador FV, 2. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 2

Nombre	Superficie fotovoltaica 2
Módulos FV	5495 x TSM-DE19M(II) 535W (v2)
Fabricante	Trina Solar
Inclinación	30 °
Orientación	Sur 180 °
Situación de montaje	Sobre soportes - superficie libre
Superficie generador FV	14.357,7 m <sup>2</sup>

#### Sombreado, 2. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 2

Sombreado 0 %

**Degradación de los módulos, 2. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 2**

Potencia restante al cabo de 25 años

85 %

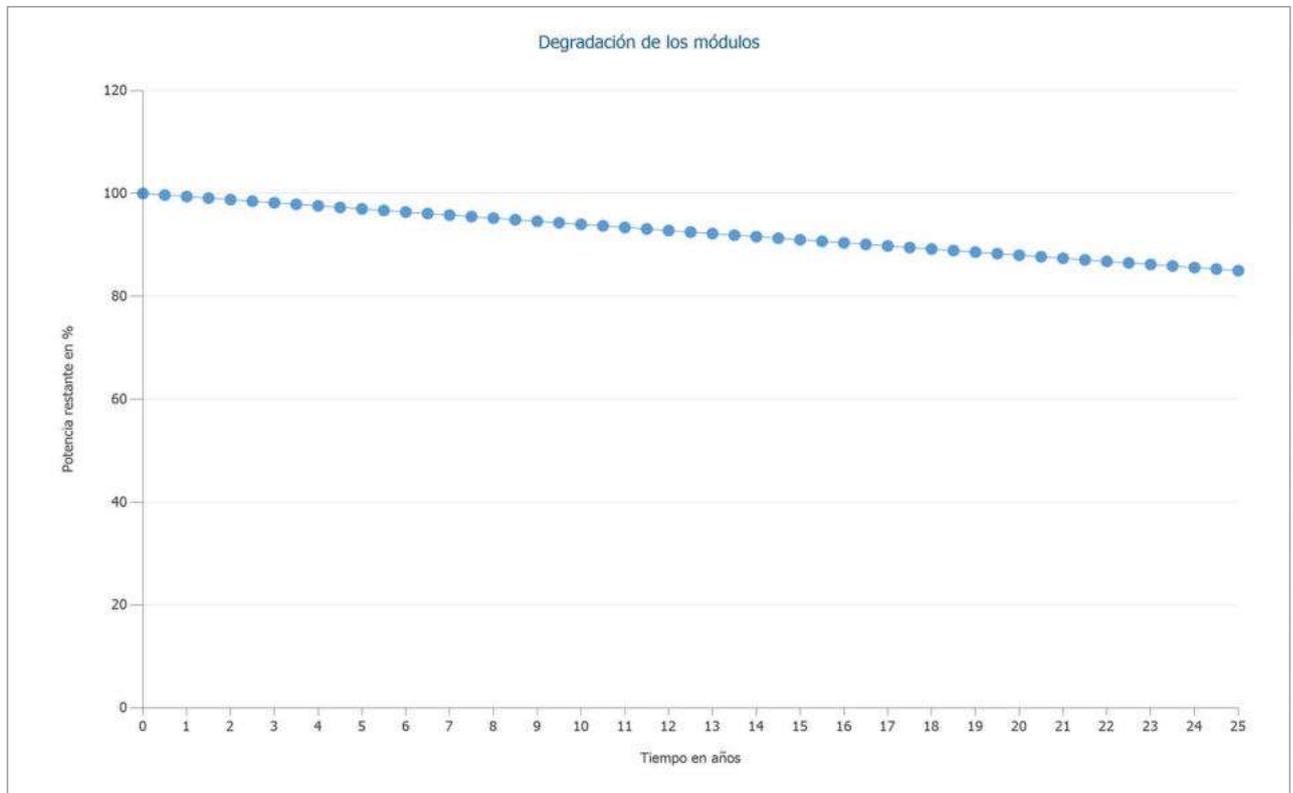


Figura: Degradación de los módulos, 2. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 2

**3. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 3**

**Generador FV, 3. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 3**

Nombre	Superficie fotovoltaica 3
Módulos FV	5180 x TSM-DE19M(II) 535W (v2)
Fabricante	Trina Solar
Inclinación	30 °
Orientación	Sur 180 °
Situación de montaje	Sobre soportes - superficie libre
Superficie generador FV	13.534,6 m <sup>2</sup>

**Sombreado, 3. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 3**

Sombreado 0 %

## Carcar-Lodosa (C1) 8,25MW

### Degradación de los módulos, 3. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 3

Potencia restante al cabo de 25 años

85 %

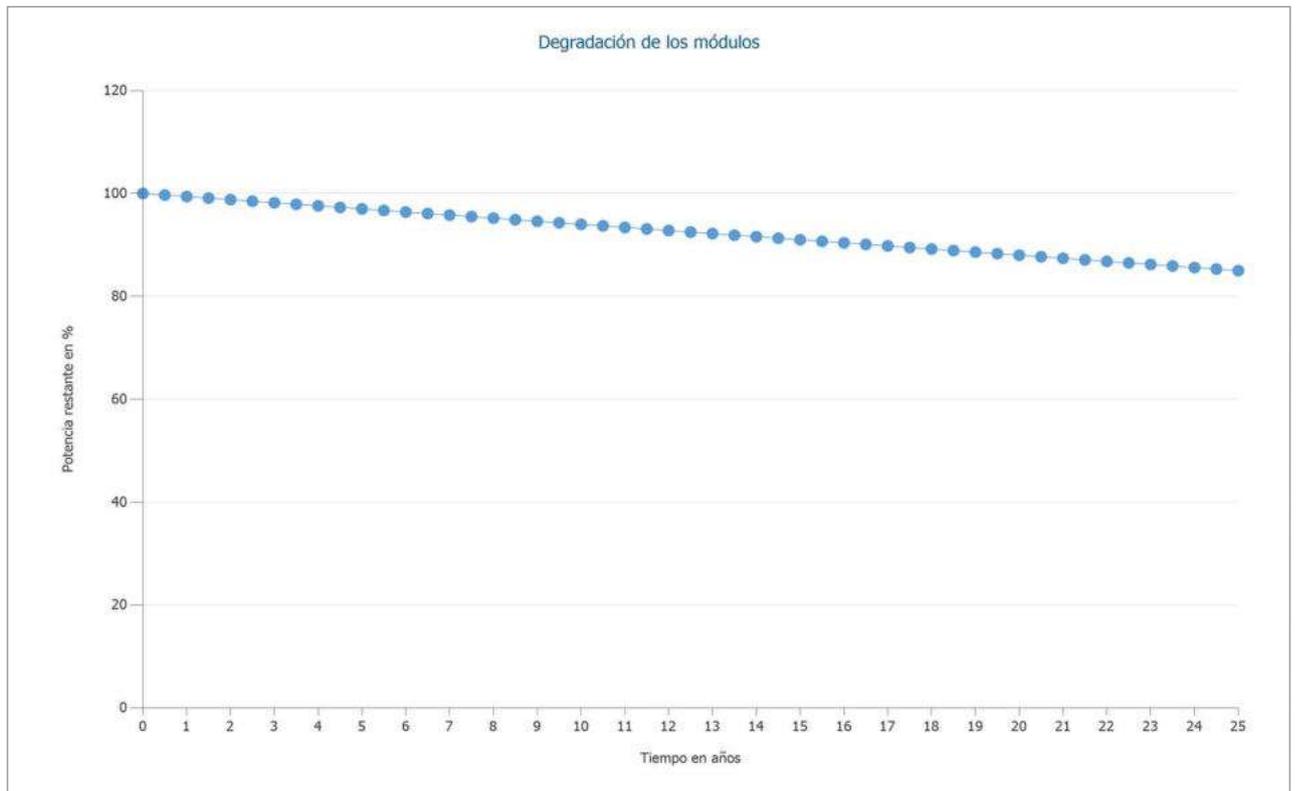


Figura: Degradación de los módulos, 3. Superficie fotovoltaica - Superficie fotovoltaica 3

## Conexión del inversor

### Conexión 1

Superficie fotovoltaica	Superficie fotovoltaica 1
Inversor 1	
Modelo	Sunny Central SC 2750-EV (v1)
Fabricante	SMA Solar Technology AG
Cantidad	1
Factor de dimensionamiento	106,9 %
Conexión	MPP 1: 157 x 35

### Conexión 2

Superficie fotovoltaica	Superficie fotovoltaica 2
Inversor 1	
Modelo	Sunny Central SC 2750-EV (v1)
Fabricante	SMA Solar Technology AG
Cantidad	1
Factor de dimensionamiento	106,9 %
Conexión	MPP 1: 157 x 35

## Carcar-Lodosa (C1) 8,25MW

---

### Conexión 3

Superficie fotovoltaica	Superficie fotovoltaica 3
Inversor 1	
Modelo	Sunny Central SC 2750-EV (v1)
Fabricante	SMA Solar Technology AG
Cantidad	1
Factor de dimensionamiento	100,8 %
Conexión	MPP 1: 148 x 35

## Red de CA

### Red de CA

---

Número de fases	3
Tensión de red (monofásico)	230 V
Factor de desfase (cos phi)	+/- 1

# Resultados de simulación

## Resultados Sistema completo

### Instalación FV

Potencia generador FV	8651 kWp
Rendimiento anual espec.	1.387,37 kWh/kWp
Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR)	85,8 %
Inyección en la red	12.002.041 kWh/Año
Inyección en la red en el primer año (incl. degradación del módulo)	11.958.089 kWh/Año
Consumo Standby (Inversor)	4.154 kWh/Año
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas	7.201.225 kg / año

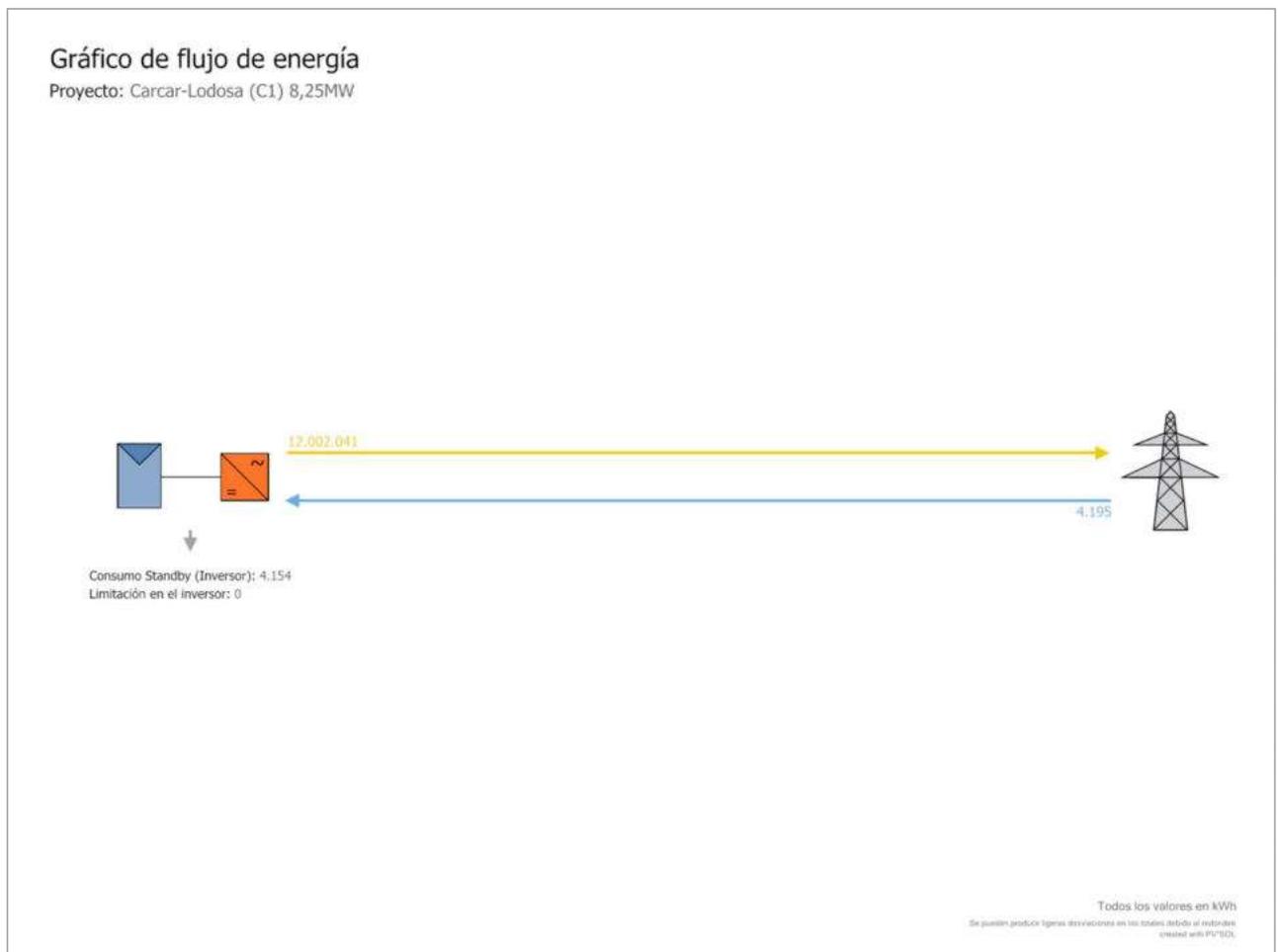


Figura: Gráfico de flujo de energía

## Carcar-Lodosa (C1) 8,25MW

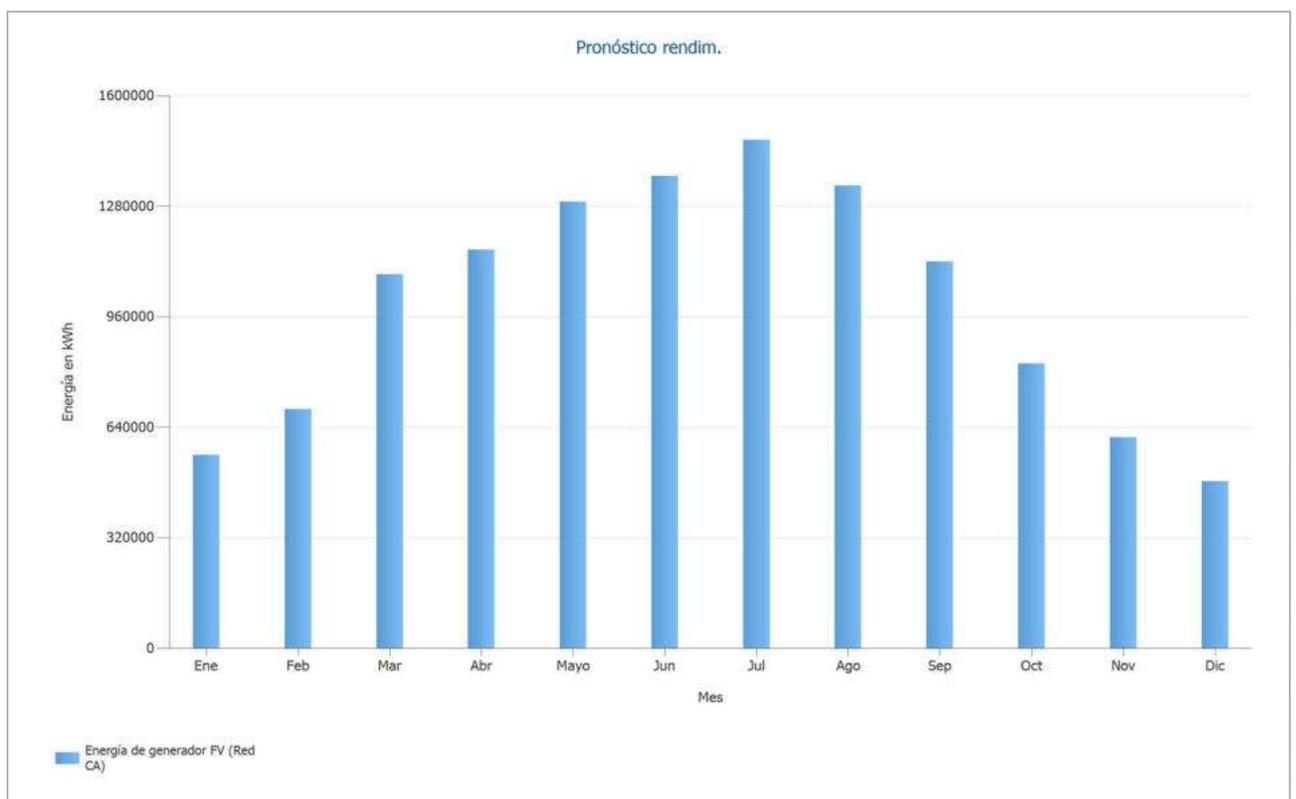


Figura: Pronóstico rendim.

## Resultados por superficie de módulos

# Análisis de rentabilidad

## Resumen

### Datos del sistema

Inyección en la red en el primer año (incl. degradación del módulo)	11.958.089 kWh/Año
Potencia generador FV	8651 kWp
Puesta en marcha de la instalación	01/09/2021
Periodo de consideración	24 Años
Interés del capital	0 %

### Parámetros económicos

Rentabilidad del activo	8,33 %
Cashflow acumulado (caja)	9.471.492 €
Duración amortización	10,6 Años
Costes de producción de energía	0,03 €/kWh

### Resumen de pagos

costes específicos de inversión	725 €/kWp
Coste de la inversión	6.270.468 €
Pagos únicos	0 €
Subvenciones	0 €
Costes anuales	42.743 €/Año
Otros beneficios y ahorros.	0 €/Año

### Remuneración y ahorros

Remuneración total en el primer año	611.085 €/Año
Inyección en la red - Instalacion estandar	
Validez	01/09/2021 - 31/08/2047
Remuneración spec. por energía inyectada en la red	0,0507 €/kWh
Remuneración por energía inyectada en la red	611.085 €/Año
Factor de cambio del precio de la remuneración por inyección a la red	2 %/Año

# Hojas

## Hoja de datos módulo FV

Módulo FV: TSM-DE19M(II) 535W (v2)

Fabricante	Trina Solar
Suministr.	Sí

### Datos eléctricos

Tipo de célula	Si monocristalino
Sólo apto para transf. inversor	No
Número de células	110
Número de diodos de bypass	3
Módulo de media celda	No

### Datos mecánicos

Anchura	1096 mm
Alto	2384 mm
Profundidad	35 mm
Ancho del marco	3 mm
Peso	28,6 kg

### Caract. U/I- STC

Tensión en MPP	31 V
Corriente en MPP	17,28 A
Potencia nominal	535 W
Eficiencia	20,5 %
Tens. circ. abierto	37,3 V
Corriente de cortocircuito	18,36 A
Factor de forma	78,22 %
Aumento tensión de circuito abierto antes de estabil.	0 %

### Características U/I con carga parcial (calculado)

Fuente de los valores	Estándar (Modelo PV*SOL)
Irradiación	200 W/m <sup>2</sup>
Tensión en el MPP con carga parcial	29,3 V
Corriente en el MPP con carga parcial	3,46 A
Tens. circ. abierto con carga parcial	33,58 V
Corriente de cortocircuito con carga parcial	3,67 A

### Varios

Coeficiente de tensión	-96,98 mV/K
Coef. corriente	7,34 mA/K
Coeficiente de potencia	-0,34 %/K
Factor corr. angular	95 %
Tensión máxima del sistema	1500 V

## Hoja de datos inversor

Inversor: Sunny Central SC 2750-EV (v1)

Fabricante	SMA Solar Technology AG
Suministr.	Sí
<b>Datos eléctricos</b>	
Potencia nominal DC	4434 kW
Potencia nom. CA	2750 kW
Potencia DC máx.	4434 kW
Potencia AC máx.	2750 kVA
Consumo Standby	300 W
Consumo nocturno	300 W
Mín. Potencia introducida	10000 W
Corriente máx. de entrada	3000 A
Tensión máxima de entrada	1500 V
Tensión nominal DC	999 V
Número de fases	3
Número de entradas DC	24
Con transf.	Sí
Modificación del grado de rend. en caso de desviación de la tensión de entrada de la tensión nominal	0 %/100V
<b>Seguidor MPP</b>	
Rango de potencia < 20% de la potencia nominal	99,9 %
Rango de potencia > 20% de la potencia nominal	100 %
Número de seguidores MPP	1
Corriente máx. de entrada	3000 A
Potencia de entrada máx.	2526 kW
Tensión MPP min.	849 V
Tensión MPP máx.	1425 V

# Planes y lista de piezas

## Esquema eléctrico

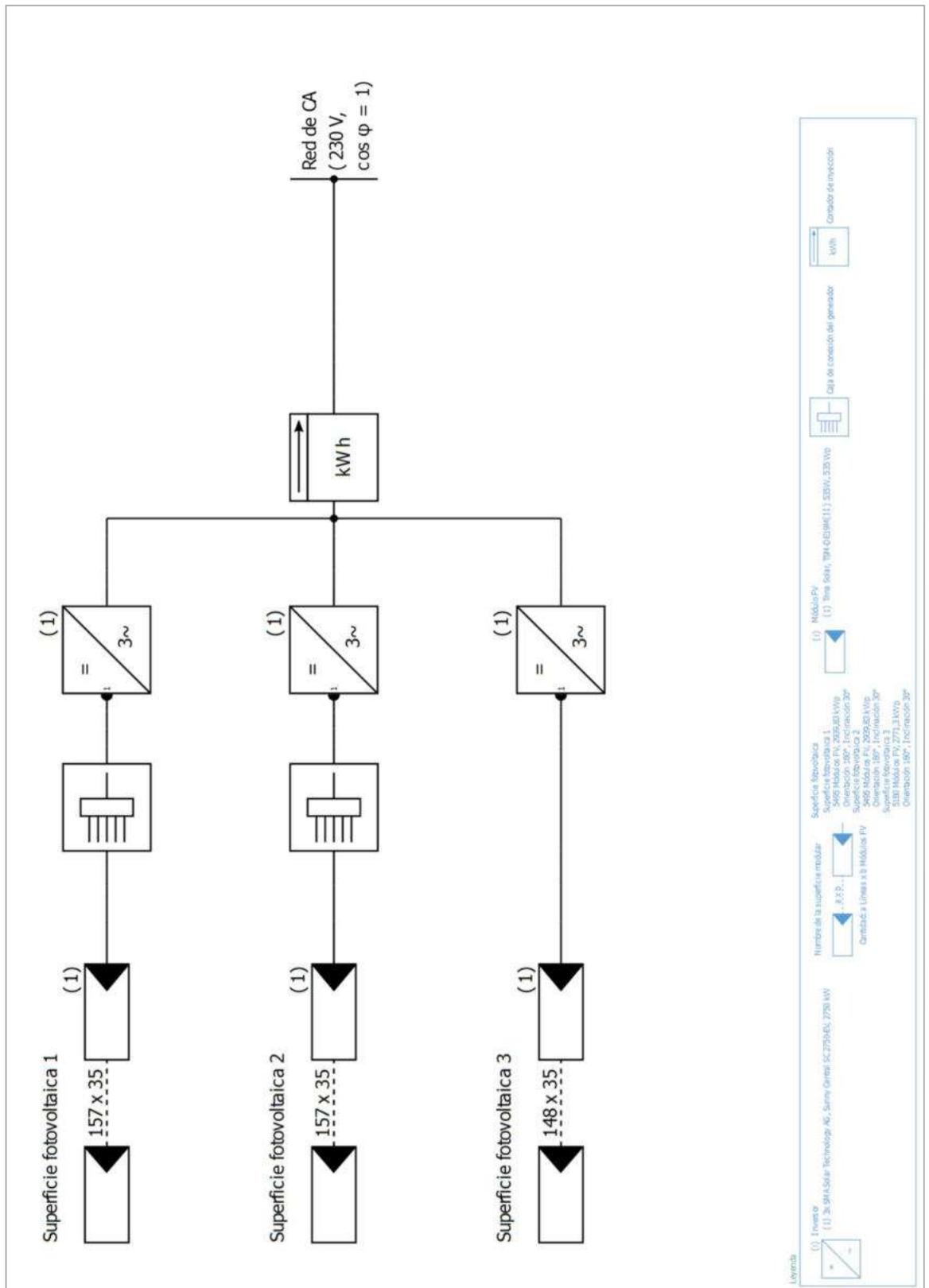


Figura: Esquema eléctrico

---

## Lista de piezas

### Lista de piezas

#	Tipo	Número de artículo	Fabricante	Nombre	Cantidad	Unidad
1	Módulo FV		Trina Solar	TSM-DE19M(II) 535W	16170	Pieza
2	Inversor		SMA Solar Technology AG	Sunny Central SC 2750-EV	3	Pieza
3	Contador			Contador de inyección	1	Pieza

### **3. CONDICIONES TÉCNICAS COMPAÑÍA ELÉCTRICA**

REMITENTE Pza. Euskadi, 5 48009 Bilbao



SOLAR FOTOVOLTAICA NAVARRA, S.L.  
C/ SANTA CATALINA, 15 , BAJO , 2  
31799 CIAURRIZ (NAVARRA)

Referencia : 9036985292

PAMPLONA, a 03 de junio de 2019

**Asunto: Información sobre la aceptabilidad por parte del Operador del Sistema (REE) para la instalación productora, situada en el término municipal de LODOSA (NAVARRA). Potencia 8.650.600 kW.**

Muy Sres. nuestros:

Tal y como se le informó en la contestación a su solicitud de punto de conexión, y de conformidad con lo establecido en el apartado 5 del Anexo XV del RD 413/2014, tras concluir positivamente la aceptabilidad de su solicitud desde la perspectiva de la red de distribución, se remitió la misma al Operador del Sistema para su análisis desde la perspectiva de la red de transporte.

El Operador del Sistema (REE) ha remitido a esta empresa distribuidora el informe cuya copia se adjunta, en el que, como puede comprobarse, se procede a la aceptación actual de la solicitud desde la perspectiva de la red de transporte

Para la continuación del procedimiento de conexión, deberá remitirnos en el plazo de seis meses, si no lo ha realizado aún, su expresa aceptación al punto de conexión y al pliego de condiciones técnicas definitivos. Junto con dicha aceptación, deberán remitirnos igualmente, el documento justificativo de la presentación realizada ante la Administración de Energía competente del proyecto básico, del programa de ejecución y de la solicitud de autorización administrativa, cuando proceda, de la instalación.

Atentamente,



Jaime Landa  
Régimen Especial

Para cualquier aclaración, ponerse en contacto con ZIGOR BILBAO JUGO (Teléfono : 944663113)

Madrid, 22 de mayo de 2019

**D. Eduardo Valtierra Gutiérrez**  
Planificación de Red  
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.  
Avda. San Adrián, 48  
48003 Bilbao

Asunto: Aceptabilidad desde la perspectiva de la operación del sistema por afección a la red de transporte en el Quel 220 kV para el acceso a la red de distribución de la instalación fotovoltaica denominada PFV Alba Renova C1 de 8,65 MWins/8,25 MWnom en la provincia de Navarra

Ref.: DDS.DAR.19\_2810

Estimados Sres.,

Hemos recibido su solicitud de aceptabilidad desde la perspectiva de la red de transporte para la solicitud de acceso a la red de distribución bajo su gestión de la siguiente nueva instalación de generación renovable (IGRE):

IGRE	P.Ins/P.Nom [MW]	TÉRMINOS MUNICIPALES	PROVINCIA	NUDO CONEX. RDD PREVISTO	PRODUCTOR
FV Alba Renova C1	8,65/8,25	Lodosa y Cárcar	Navarra	Quel - 66kv	SOLAR FOTOVOLTAICA NAVARRA, S.L.

(FV): Fovovoltaica

Tabla 1. Instalación de generación con conexión a la red de distribución con afección en Quel 220 kV para la que aplica la presente comunicación

Según su propuesta, la conexión a la red de distribución de dicha instalación de generación prevista se materializaría en el nudo de la red de distribución indicado en la Tabla 1, subyacente – según su información– del nudo de la red de transporte Quel 220 kV, y conectado actualmente a éste a través de dos transformadores existentes (transformadores de distribución –no transporte– 220/66 kV de 125 MVA cada uno) en dicha subestación



En el caso presente, con las consideraciones expuestas en el Anexo I y con base en la información expuesta en el Anexo II (dirigido exclusivamente a su atención; contiene información de otros generadores), para el escenario energético y de red establecido en H2020, los estudios técnicos en el ámbito nodal para el actual nudo de Quel 220 kV (de aplicación a la generación con conexión a la red de transporte y la red de distribución subyacente) concluyen que **la conexión de la instalación de generación de la Tabla 1 resulta técnicamente viable** considerando la limitación normativa impuesta por el límite de potencia de cortocircuito para la generación no gestionable (establecida en el Real Decreto 413/2014 y aplicable en el procedimiento de acceso).

Atentamente,

**Santiago Marín Fernández**  
Director del Desarrollo del Sistema

*Anexo I: Informe de aceptabilidad de acceso para la planta de generación PFV Alba Renova C1 de 8,65 MWins/8,25 MWnom conectada a la red de distribución de Iberdrola Distribución subyacente de QUEL 220 kV*

*Anexo II: Información de carácter confidencial considerada para la presente evaluación de aceptabilidad.*

*c.c.: Ministerio para la Transición Ecológica (Subdirección General de Energía Eléctrica)*  
*Gobierno de La Rioja (Dirección General de Innovación, Trabajo, Industria y Comercio)*  
*Gobierno de Navarra (Dirección General de Industria, Energía e Innovación)*  
*CNMC (Subdirección de Energía Eléctrica)*

*PT/2020*



## Anexo I

### Informe de aceptabilidad de acceso para la planta de generación PFV Alba Renova C1 de 8,50 MWins/8,25 MWnom a conectar a la red de distribución de Iberdrola Distribución subyacente de Quel 220 kV

Las solicitudes de aceptabilidad de nuevas instalaciones de generación renovable (IGRE) recibidas de los gestores de la red de distribución se evalúan por Red Eléctrica como Operador del Sistema Eléctrico y Gestor de la Red de Transporte en el contexto normativo establecido por la Ley del Sector Eléctrico –LSE- (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, el Real Decreto 1047/2013 de 27 de diciembre, el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, y su normativa de desarrollo (en particular, los Procedimientos de Operación).

En este contexto, el presente Informe resume la valoración para la planta de generación de la Tabla AI.1 sobre el funcionamiento del sistema, indicando las principales consideraciones, limitaciones y condicionantes para la aceptabilidad técnica de la alternativa de conexión solicitada.

IGRE	P.Ins/P.Nom [MW]	TÉRMINOS MUNICIPALES	PROVINCIA	NUDO CONEX. RD/D PREVISTO	PRODUCTOR
FV Alba Renova C1	8,65/8,25	Lodosa y Cárcar	Navarra	Quel - 66kv	SOLAR FOTOVOLTAICA NAVARRA, S.L.

(FV): Fotovoltaica

Tabla AI.1. Instalación de generación con conexión a la red de distribución con afectación en Quel 220 kV para la que aplica la presente comunicación

La generación de la Tabla AI.1 se conectaría en el nudo de la red de distribución indicado en la Tabla AI.1, subyacente del nudo de la red de transporte Quel 220 kV conectado a la red de distribución a través de dos transformadores existentes (transformadores de distribución –no transporte- 220/66 kV de 125 MVA cada uno) en dicha subestación.

Para la valoración –y maximización en lo posible- de las posibilidades de generación renovable, Red Eléctrica ha llevado a cabo estudios de capacidad de red de ámbito zonal y nodal, realizados según los escenarios de demanda y generación establecidos en el PO12.1, que permiten valorar las capacidades de producción, y conexión<sup>1</sup>, cumpliendo con los criterios de seguridad y funcionamiento del sistema incluidos en dicho PO.

A este respecto, aunque está pendiente la nueva reglamentación que deberá desarrollar la Ley 24/2013 en lo relativo a capacidades de acceso y conexión, las consideraciones y conclusiones técnicas que se exponen a continuación resultan de aplicación a la presente solicitud.

De acuerdo a la normativa, con objeto de considerar las posibilidades de conexión, no sólo actuales sino las previsibles a medio plazo, los estudios realizados contemplan el escenario energético y de desarrollo de red de medio plazo establecido en la planificación vigente<sup>2</sup>, denominado horizonte 2020 (H2020).

<sup>1</sup> Capacidad de conexión (Potencia instalable, MWins) en función de producción simultánea máxima (MWprod) compatible con la seguridad del sistema y resultante de los distintos estudios de red (flujo de cargas, cortocircuito, estabilidad):

$$MWins_{EOLICA} \leq 1,25 * MWprod$$

$$MWins_{NO EOLICA} + (0,8/1,25) * MWins_{EOLICA} \leq MWprod$$

[MWins: Potencia instalada de generación según RD413/2014, excepto Potencia nominal -MWnom- para generación fotovoltaica]

<sup>2</sup> El Horizonte 2020 es el reflejado en la "Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020", elaborada por el MINETUR, aprobada en Acuerdo de Consejo de Ministros publicado en Orden IET/2209/2015 (BOE 23/10/2015), y en la "Modificación de Aspectos Puntuales de la Planificación Energética" elaborada por el MITECO, aprobada en Acuerdo de Consejo de Ministros publicado en Resolución de la Secretaría de Estado (BOE 3/08/2018).



La instalación de generación que se valora formaría parte de una agrupación de IGRÉs con conexión prevista en la red de distribución subyacente del nudo de Quel 220 kV según los contingentes<sup>3</sup> que se presentan en la Tabla A1.2 (detalle en Anexo II para instalaciones no puestas en servicio que cuentan con aceptabilidad), no existiendo otras IGRÉ previstas, que pudiendo tener afección significativa, cuenten con autorización de aceptabilidad de acceso firme pendientes de puesta en servicio

POTENCIA RCR [MWins] (i)	IGRÉS EN SERVICIO			IGRÉS CON ACEPTABILIDAD PENDIENTE DE PUESTA EN SER- VICIO			TOTAL		
	EOL	NO EOL(ii)		EOL	NO EOL		EOL	NO EOL	
		GEST	NO GEST.		GEST	NO GEST.		GEST	NO GEST.
RdD	29,37	18,35	60,47	-	-	18,25	29,37	18,35	78,72
RdT	186,66	-	-	-	-	-	186,66	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>216,03</b>	<b>18,35</b>	<b>60,47</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>18,25</b>	<b>216,03</b>	<b>18,35</b>	<b>78,72</b>

(i) MWins: Potencia instalada de generación según RD413/2014, excepto Potencia nominal -MWnom- para generación fotovoltaica)

(ii) Gest: Gestionable; No Gest: No gestionable

Tabla A1.2. Contingentes de generación RCR con conexión a la red de transporte en Quel 220 kV o a la red de distribución subyacente y con afección a dicho nudo (Incluyendo la planta objeto del presente Informe)

En el caso presente, con las consideraciones expuestas, para el escenario energético y de red establecido en H2020, los estudios técnicos (de aplicación a la generación con conexión a la red de transporte y la red de distribución subyacente) concluyen que en el ámbito nodal, para el actual nudo de Quel 220, **la conexión de la instalación de generación de la Tabla A1.1 resulta técnicamente viable** considerando la limitación normativa impuesta por el límite de potencia de cortocircuito para la generación no gestionable (establecida en el Real Decreto 413/2014 y aplicable en el procedimiento de acceso).

Como quiera que, de acuerdo con la normativa, la valoración de la aceptabilidad corresponde al horizonte de planificación de la red de transporte vigente, procede indicar que, con la red de transporte actual y en escenarios previos a la realización de las actuaciones planificadas, las posibilidades de evacuación zonal y nodal son menores que las presentadas, pudiendo encontrarse en la operación en tiempo real restricciones significativas de producción para preservar en todo momento la seguridad del sistema.

Para acceso por los productores que evacuen en Quel 220 kV, de forma directa o a través de la red de distribución subyacente, deberán tenerse en cuenta las consideraciones que se indican a continuación:

- Esta comunicación se realiza según lo establecido en el artículo 63.b del RD 1955/2000 sin que ello implique reserva de capacidad, conforme el artículo 52.3. de dicho R.D. Las posibilidades de evacuación no deben entenderse como garantizadas por Red Eléctrica debido a que el estudio se limita a una evaluación indicativa. Asimismo, se debe indicar que la evacuación de la generación podría estar sometida a limitaciones zonales y regionales, que podrían ser severas, en escenarios de alta producción renovable en la zona, consecuencia de los ambiciosos planes de instalación de generación renovable que se están llevando a cabo en este ámbito.

<sup>3</sup> Según la última información actualizada recibida (correo electrónico de 15 de marzo de 2019) sobre IGRÉ puestas en servicio y previstas (Pot MWnom correspondientes a las solicitudes de aceptabilidad vigentes detalladas en el anexo II de carácter confidencial -entre las que se incluye la de la presente solicitud-).



- « La capacidad de evacuación máxima admisible prevista en el nudo podría ser inferior a la magnitud global de las peticiones de acceso existentes sobre dicha zona, lo que será función de las condiciones reales de operación existentes en cada instante, y de las que podían derivarse instrucciones concretas del Centro de Control Eléctrico de RED ELÉCTRICA para la reducción de producción. Por otra parte, el funcionamiento efectivo de los Centros de Control de Generación incluye la acreditación ante RED ELÉCTRICA de su adecuada infraestructura técnica y de recursos humanos para garantizar su funcionamiento permanente y disponer de una comunicación fiable con RED ELÉCTRICA, que permita recibir de sus Centros de Control las consignas de operación en tiempo real y asegurar el cumplimiento de las limitaciones existentes. La integración de los grupos generadores en un Centro de Control en las condiciones descritas será condición necesaria para la autorización de puesta en servicio de los mismos.

Tras la culminación de los procedimientos de acceso y conexión, en los contratos a celebrar entre los productores y el titular del punto de conexión a la red de distribución se habrán de reflejar los requerimientos y condicionantes técnicos establecidos en la reglamentación vigente (particularmente Artículo 5 del RD413/2014, sobre cuya cumplimentación esperamos información del gestor de la red de distribución, como resolución de dichos procedimientos, según lo establecido en el apartado 5 del Anexo XV del RD413/2014).

Por último, ponemos en su conocimiento que para la puesta en servicio de las instalaciones de producción y de conexión a la red de distribución con afección sobre la red de transporte deberán observarse los requerimientos normativos vigentes, y en particular lo establecido en el P.O.12.2 –especialmente, apartado 7- (publicado en BOE de 1 de marzo de 2005). Asimismo, se deberá tener en cuenta los requisitos administrativos, establecidos en el Artículo 39 y 40 del RD413/2014, para la puesta en servicio efectiva de la instalación.

Para atender dichos requerimientos normativos, les recordamos los requisitos de información, técnicos y operativos, cuya acreditación resulta posible en una fase previa a la puesta en servicio de la instalación descrita en la Tabla Al.1 y cuya valoración es competencia del operador del sistema<sup>4</sup>:

- En su caso, dar de alta las telemidas en el sistema de tiempo real a través de un Centro de Control (CC) habilitado y que cumpla con las especificaciones establecidas en el PO 8.2.
- Cumplir los requisitos del reglamento de puntos de medida en cuanto a las características de la instalación de medida, verificaciones de los equipos de medida, alta en el concentrador principal y recepción de medidas de su frontera en el sistema de medidas de acuerdo a los procedimientos establecidos.
- Remitir la información estructural y la información en tiempo real recogidas en el procedimiento de operación PO 9 «Información intercambiada por el operador del sistema».

Tras el cumplimiento de dichos requisitos por el generador, éste deberá solicitar a Red Eléctrica la emisión del Informe del Operador del Sistema, complementario al Informe del Gestor de la Red de la Red de Distribución que acredite la adecuada cumplimentación de los procedimientos de acceso y conexión. Ambos informes les permitirá cumplir con lo establecido en los Artículos 7 y 39, Apartados c y d, del Real Decreto 413/2014, para la inscripción previa en el RAIPEE.

---

<sup>4</sup> Para mayor detalle véase: <http://www.ree.es/es/actividades/gestor-de-la-red-y-transportista/acceso-a-la-red>

## ANEXO C: FICHA DE CONEXIÓN A RED

CÓDIGO REGES / SIC: 9036985292

SOLICITANTE: SOLAR FOTOVOLTAICA NAVARRA, S.L.

INSTALACIÓN: Parque Fotovoltaico en Lodosa (Navarra)

POTENCIA: 8.561 kW

REFERENCIA: IPR Solar FV Navarra (8,6 MW) (v0)

Fecha: 20/12/2018

### INFORME DE CONEXIÓN A LA RED

#### Punto y tensión de conexión:

La conexión de la instalación a la red de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U. (IBD) se realiza bajo las condiciones que se informan en el presente documento, en la línea QUEL – RENFE ALCANADRE de 66 kV de la ST QUEL, en las proximidades del apoyo 292, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento en dicha línea mediante una entrada/salida.

#### Intensidad de cortocircuito:

	Trifásica (A)	Monofásica (A)
Máxima:	25.000	25.000
Mínima:	2.728	1.690
Diseño:	25.000	25.000

Las instalaciones de conexión a la red de IBD deben diseñarse de acuerdo con las intensidades máximas de cortocircuito indicadas. Los equipos eléctricos deben estar diseñados para soportar las intensidades de diseño indicadas.



Cuida del medio ambiente.  
Imprime en blanco y negro y solo si es necesario.



**S.P.N.**  
B71004782



Anexo C  
MO.04.P6.01C  
06/03/2018  
Página 1 de 6  
Rev. 4

### Modificaciones necesarias para la conexión:

Para la conexión de la potencia solicitada es necesario realizar en la red de distribución de IBD las modificaciones que a continuación se indican:

1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, realizados por IBD a cargo del solicitante:
  - No Aplica
2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante:
  - Construcción de un centro de seccionamiento telemandado (dotado de tres interruptores) que realice entrada y salida en la línea Quel – Renfe Alcanadre 66 kV, que debe disponer de libre acceso desde la vía pública. De acuerdo a la actual reglamentación, el centro de seccionamiento telemandado que da continuidad a la línea de IBD debe ser cedido a la empresa eléctrica, realizándose la operación de dichos interruptores desde el Despacho de Operación de IBD. El nuevo centro se ubica lo más cerca posible de la traza de la línea actual (a no más de 50 m. del punto de conexión).
3. Trabajos a desarrollar por el solicitante que quedarán de su propiedad
  - Línea de 66 kV desde la subestación del solicitante, hasta el punto de conexión.
  - Todos los apoyos en los que exista riesgo de electrocución de aves deben disponer de dispositivos para protección de la avifauna.

### Refuerzos necesarios planificados en la red de distribución o transporte:

No aplica.

### Telecontrol y telemedida:

Según la legislación vigente, todas instalaciones de generación conectadas a niveles de tensión superiores a 1 KV, que no estén acogidas al RD 1699/2011, deben estar dotadas de un



Cuida del medio ambiente.  
Imprime en blanco y negro y solo si es necesario.



sistema de teledesconexión. Dicho sistema, se describe en el MT 3.53.01, e integra Telecontrol y Telemedida

#### Telemedida.

Es necesario el envío de las medidas de potencia activa, potencia reactiva y tensión al centro de control de distribución. Se deberá disponer asimismo de la indicación del estado del interruptor de conexión.

Este sistema es independiente del previsto por el Real Decreto 413/2014 de 6 de junio, que obliga a "todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con potencia instalada mayor de 1 MW, o inferior o igual a 1 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2 cuya suma total de potencias instaladas sea mayor de 1 MW, a enviar telemidas al operador del sistema, en tiempo real.

Telecontrol. Es necesario disponer de telemando sobre el equipo de conexión de la instalación a la red de IBD.

#### Tiempo de desconexión:

La instalación de generación tiene la responsabilidad de estar dotada de los medios necesarios para admitir un reenganche sin ningún tipo de condición del interruptor de cabecera de IBD, el tiempo mínimo que esté establecido.

#### Protección anti-isla y teledisparo:

El diseño de la instalación no debe posibilitar su funcionamiento en isla, manteniendo tensión en la red de distribución.

El generador deberá disponer de un sistema de teledisparo, u otro medio de los previstos en la normativa de IBD (MT 3.53.01), que desconecte la instalación generadora ante incidencias y situaciones de red bajo perturbación, en las cuales la presencia del generador no garantice la seguridad y calidad de servicio en la red de distribución de IBD, evitando el funcionamiento del generador en isla sobre la red de distribución, en aplicación de la legislación vigente.



Cuida del medio ambiente.  
Imprime en blanco y negro y solo si es necesario.



Anexo C  
MO.04.P6.01C  
06/03/2018  
Página 3 de 6  
Rev.4

### Coeficiente de pérdidas:

El responsable del punto de medida (cliente y generador) propone la ubicación del punto de medida principal que con carácter general coincide con el punto frontera (límite de propiedad de lado de las instalaciones del cliente), aplicando los criterios establecidos en las instrucciones técnicas complementarias, sin perjuicio de su posterior verificación. La ubicación del punto requiere en cualquier caso la autorización del Encargado de la lectura. Iberdrola tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida.

Excepcionalmente, cuando el Punto Frontera se encuentre dentro de instalaciones de IBD o por causas justificadas, previo acuerdo de los participantes en una medida y autorización del Encargado de la lectura, se puede establecer otro punto de medida principal cuya ubicación difiera del punto frontera, que en cualquier caso deberá garantizar el acceso físico permanente para la realización en condiciones adecuadas de trabajos de lectura, comprobación, verificación o inspección por parte de Iberdrola.

En estos casos en función del punto de conexión definitivo, características de las instalaciones a construir y de la ubicación de la medida, se calcula el correspondiente coeficiente de pérdidas a aplicar. El productor debe proporcionar los datos necesarios para su cálculo.

### Continuación del proceso de conexión:

Deben remitirnos la aceptación del punto de conexión aceptando el condicionado técnico de la evacuación aquí propuesta junto con el documento justificativo de la presentación realizada ante el organismo de la comunidad autónoma de la solicitud de autorización administrativa, proyecto básico y programa de ejecución de la instalación.

Este documento debe estar en nuestro poder dentro de los 6 meses desde la fecha de emisión de esta carta. En caso contrario, transcurrido este plazo se procede a la cancelación del expediente.

Por otra parte, de acuerdo con la normativa vigente (Real Decreto 413/2014 de 6 de junio, en su apartado 5 del Anexo XV), "Para instalaciones o agrupaciones de las mismas, de más de 10 MW, con conexión existente y prevista a la red de distribución, y tras la conclusión de su aceptabilidad por el gestor de distribución, este solicita al operador del sistema su aceptabilidad



Cuida del medio ambiente.  
Imprime en blanco y negro y solo si es necesario.



Anexo C  
MO.04.P6.01C  
06/03/2018  
Página 4 de 6  
Rev.4

desde la perspectiva de la red de transporte en los procedimientos de acceso y conexión. Se considera agrupación el conjunto de generadores existentes o previstos, o agrupaciones de éstos de acuerdo con la definición de agrupación recogida en el artículo 7, con potencia instalada mayor de 1 MW y con afección mayoritaria sobre un mismo nudo de la red de transporte.”

Por tanto, considerando que la agrupación de generadores existentes y previstos con afección mayoritaria en el nudo ST Quel 220 kV de la red de transporte ya ha superado los 10 MW, la viabilidad de la conexión queda condicionada a la emisión del informe favorable del Operador del Sistema (REE) sobre su aceptabilidad desde la perspectiva de la Red de Transporte.

Para poder dar traslado de su solicitud de conexión a REE a los efectos indicados en el párrafo anterior, es necesario que nos remitan el formulario cumplimentado que exige el Operador del Sistema, que pueden encontrar en [www.ree.es](http://www.ree.es). Tras obtener el informe favorable del Operador del Sistema, les daremos traslado del mismo.

En el supuesto de que REE no emita el informe favorable al analizar la conexión desde la perspectiva de la red de transporte, se le dará traslado del informe de REE y se procederá a la cancelación del expediente correspondiente a su solicitud.

### Observaciones:

La conexión del productor y sus instalaciones eléctricas se ajustarán al esquema definido por las condiciones técnicas establecidas y se ejecutaran de acuerdo con la normativa vigente y la normativa de IBD sobre condiciones técnicas para la instalación de productores, instalaciones fotovoltaicas y criterios de conexión a la Red. Antes de ejecutar cualquier instalación, el proyecto de la misma debe ser supervisado y aprobado por los Servicios Técnicos de Iberdrola Distribución.

La viabilidad de conexión se ha establecido para la intensidad nominal y potencia activa de generación solicitadas. La generación de potencia reactiva de cualquier signo queda siempre supeditada a las limitaciones que por razones de seguridad pueda presentar la red de distribución, como son las relacionadas con la presencia de valores de tensión fuera de los límites reglamentarios.



Cuida del medio ambiente.  
Imprime en blanco y negro y solo si es necesario.



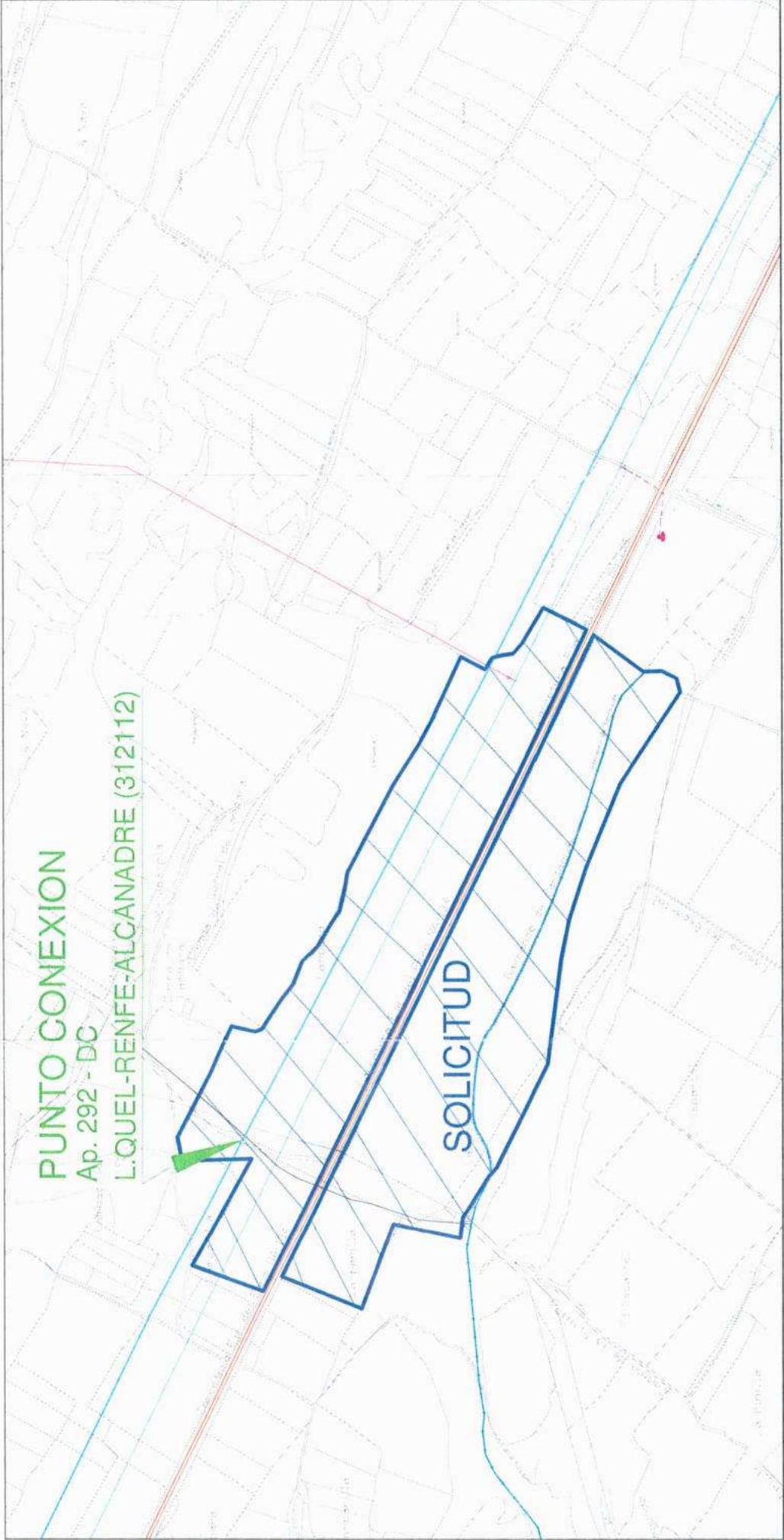


De acuerdo con la normativa vigente (Real Decreto 413/2014 de 6 de junio), "todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con potencia instalada superior a 5 MW, y aquellas con potencia instalada inferior o igual a 5 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2 cuya suma total de potencias instaladas sea mayor de 5 MW, deberán estar adscritas a un centro de control de generación, que actuará como interlocutor con el operador del sistema, remitiéndole la información en tiempo real de las instalaciones y haciendo que sus instrucciones sean ejecutadas con objeto de garantizar en todo momento la fiabilidad del sistema eléctrico."

No se admiten perturbaciones armónicas o de régimen transitorio que violen los límites establecidos explícitamente en la reglamentación vigente o, en su defecto, las marcadas como admisibles en las normas de compatibilidad electromagnética UNE e IEC.



Cuida del medio ambiente.  
Imprime en blanco y negro y solo si es necesario.



**PUNTO CONEXION**  
Ap. 292 - DC  
**L.QUEL-RENFE-ALCANADRE (312112)**

**SOLICITUD**

Fecha: 07 enero 2019  
IBERDROLA

Escala: 1 : 7473.9



*[Handwritten signature]*  
E710G4782

## **4. AUTORIZACIÓN TERRENOS**



Salida nº 841 de 2020

# AYUNTAMIENTO DE LODOSA

C/ Ancha, nº 1 31580 Lodosa (Navarra)

Tfno. 948693032 Fax. 948694019 [ayuntamiento@lodosa.es](mailto:ayuntamiento@lodosa.es)

- Ingeniería e instalador:

Alba Renova (Albayalde Renova, S.L.)

Av. Estella 36 - 31300 Tafalla (Navarra)

948 70 10 70 - [aitor.rodriguez@albarenova.com](mailto:aitor.rodriguez@albarenova.com)

- Promotor de la instalación solar:

Solar Fotovoltaica Navarra S.L. - B71004782

(Comunicaciones a la ingeniería).

Lodosa (Navarra) a 18 de diciembre de 2020.

En relación a los contactos y reuniones mantenidas por ustedes, con nuestro personal técnico y representantes políticos municipales, a la vista del informe que nos han puesto de manifiesto, denominado "Instalación solar fotovoltaica de conexión a red de 16,83 MWp en alta tensión, Lodosa (Navarra)", numerado 1807377 Alba Renova Navarra, que contiene datos del emplazamiento, características de la instalación y diferentes estudios de toda índole, concluyendo que Red eléctrica española tiene autorizada su conexión en la línea que pasa por la propia parcela, les hacemos llegar nuestro apoyo y conformidad con la propuesta, pudiendo asentarse, en esta fase inicial, en las seis parcelas que citan en el informe y se anotan seguidamente, que suman 67,7 Ha, aunque finalmente el proyecto vendría a desarrollarse sobre cuarenta hectáreas: polígono 1, parcelas 1814 de 10,01 Ha, 1837 de 5,8 Ha, 1813 de 15,34 Ha, 1516 de 5,16 Ha, 1810 de 5,7 Ha y polígono 6 parcela 321 de 25,69 Ha.

Esperamos sigan manteniendo los contactos precisos, para lograr que la tramitación de los expedientes de patrimonio, urbanismo y los demás que sean necesarios, lleguen a obtener las diversas autorizaciones exigibles en este tipo de obras e instalaciones, que estimamos de interés general y beneficiosas para Lodosa.

Quedo a su disposición.



Fdo. Pablo Azcona Molinet, alcalde de Lodosa