



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)**

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**INGENIERÍA DE DETALLE DE UNA PLANTA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE 4 MW**

Autor:

Antonio Aparicio Sáez-Bravo

Director:

M. Inmaculada Blázquez García

Madrid

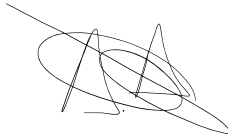
Junio 2018

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

**INGENIERÍA DE DETALLE DE UNA PLANTA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE 4 MW**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2017/2018 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Antonio Aparicio Sáez-Bravo Fecha: 29/ 05/ 2018



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

**BLAZQUEZ
GARCIA MARIA
INMACULADA -
46885278P**

Firmado digitalmente por
BLAZQUEZ GARCIA MARIA
INMACULADA - 46885278P
Fecha: 2018.06.03 23:13:33
+02'00'

Fdo.: M. Inmaculada Blázquez García Fecha: 21/ 05/ 2018

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Antonio Aparicio Sáez-Bravo DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: **INGENIERÍA DE DETALLE DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 4 MW**, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

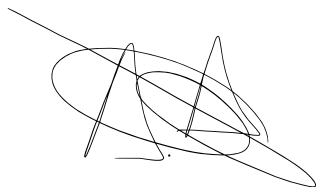
6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 29 de mayo de 2018.

ACEPTA

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the left.

Fdo.: Antonio Aparicio Sáez-Bravo

INGENIERÍA DE DETALLE DE UNA PSPV DE 4 MW_p

RESUMEN

Este proyecto es el desarrollo de la ingeniería de detalle de la planta solar fotovoltaica de 4 MW llamada Lorenzo Solar. La ingeniería abarca tanto el diseño técnico completo de la planta, todos sus trámites con administraciones y compañías afectadas, estudios complementarios y futura gestión de la energía durante la vida útil de la planta. Esta planta solar se ubicará en el término municipal de Lagartera, Toledo y verterá su energía a las redes de Iberdrola Distribución S.A. existentes cercanas al emplazamiento de la misma. El lugar de implantación cumple con las condiciones de radiación solar que hacen viable esta inversión. Se presenta el mapa de radiación solar de España y la ubicación de Lorenzo Solar:

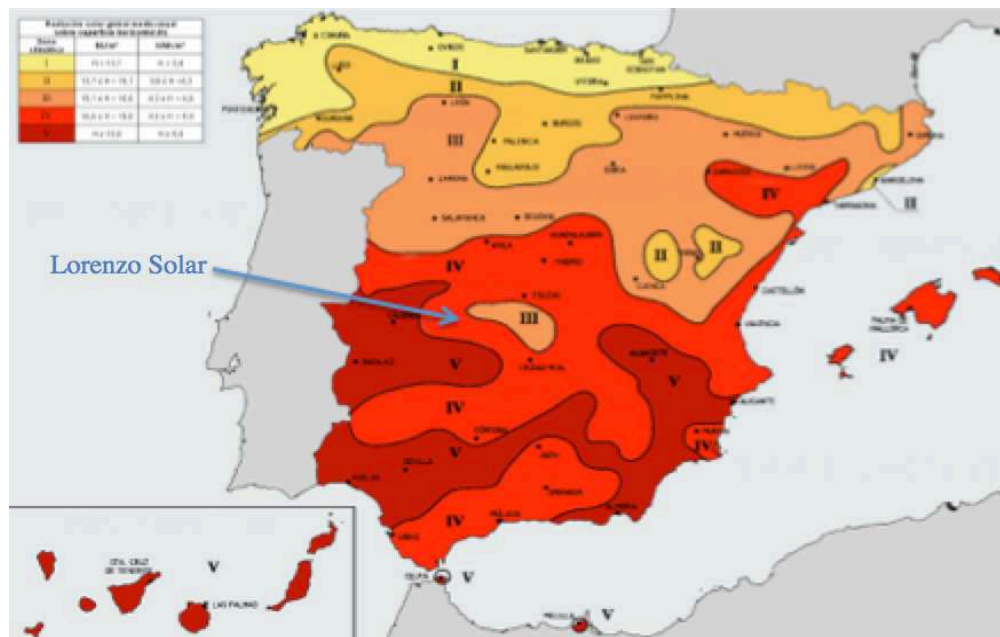


Figura 1. Mapa de radiación solar en España

La superficie total disponible es de 65.975 m² divididas en una parcela en el término de Lagartera y otras dos en el término municipal de Oropesa de Toledo donde se encuentra el apoyo de evacuación de energía de la planta. Terrenos sin ninguna capa de protección medioambiental (no es zona LIC ni zona ZEPA) y además terrenos rurales viables urbanísticamente para el fin de explotación energética de bajo impacto medioambiental. Como infraestructuras fundamentales cercanas a los terrenos se encuentra una vía ferroviaria no electrificada y la autovía A-5.

La evacuación de energía se hará a una línea de distribución de 20 kV de Iberdrola Distribución. Para ello se pidió el punto de conexión siguiendo todos los procedimientos regulados para el caso. Petición de punto de conexión a IBD, aportación de aval bancario, pago de tasas correspondientes, tras la aceptación de la misma se pide la aceptación de capacidad de las redes de transporte por parte de Red Eléctrica de España. Finalmente, se obtienen todas las autorizaciones necesarias por lo que el punto de conexión es uno de los primeros objetivos conseguidos en este proyecto.

El campo solar como se comentaba se divide en dos sub-campos (uno en el término de Lagartera y otro en el de Oropesa de Toledo). Se instalarán paneles de la marca Canadian Solar de potencia unitaria de 325 Wp/panel sobre una estructura fija. Con una inclinación óptima simulada por software PVSyst de 35° respecto a la horizontal y una orientación sur. Se instalarán 12.308 paneles en mesas de 28 paneles en serie con disposición de 2 paneles en vertical por 14 columnas (2Vx7H+2Vx7H). La estructura es estructura bi-poste hincada en el suelo con hincados de hasta 1.5 metros y altura libre al suelo de 0.5 metros. Casi toda la distribución se hace en corriente continua en 1.500 V_{DC} hasta dos centros de inversores centralizados y su transformador anexo en una misma plataforma. Las cadenas de paneles se protegen con cajas de primer y segundo nivel de protección con fusibles de descarga y magnetotérmicos. El sub-campo de Lagartera convierte 2.8 MW y el de Oropesa 1.2 MW que pasan a alterna de 645 V_{AC} y se eleva a 20 kV. A la salida del primer sub-campo sale una línea subterránea de evacuación hasta el segundo inversor donde se encuentra un centro de seccionamiento de Ormazabal con 2CL+CP+CL. Del centro de seccionamiento se lleva la línea con embotellado a la torre asignada y elegida de Iberdrola.

Con este proyecto se hace la solicitud de la autorización administrativa y aprobación del proyecto de construcción en las administraciones correspondientes, así como un estudio simplificado de impacto ambiental anexo a las autorizaciones. También se solicitan las licencias de obras en sendos ayuntamientos.

Por último decir que es un proyecto de promoción privada que busca la financiación del 80% de proyecto a través de entidades bancarias. Para conseguir la financiación se necesita ciertas garantías y herramientas de obertura de riesgo,

en los flujos de caja de los años pertenecientes a la devolución del préstamo. Para ello se firma un PPA (Power Purchase Agreement) que aquí se analiza con dos escenarios, a 5 años (44.1 €/MWh fijo, precio representativo, no real) y a 10 años (40 €/MWh, precio representativo, no real), además de tres escenarios para calcular la sensibilidad intrínseca a las horas equivalentes de sol en cada año. Préstamo bancario a 10 años al 2% de interés anual, costes variables de 3 €/MWh, costes fijos de alquiler a 300 €/ha, 7% impuestos especial a la generación eléctrica y 7% de tasa de descuento.

Los resultados que validan la viabilidad financiera del proyecto para el escenario de PPA a 5 años se tiene:

PPA 5 años	1.800 horas	1.900 horas	2.000 horas
Financiado 100% con Fondos Propios			
Valor Actual	3.232.258,12 €	3.411.184,68 €	3.590.111,24 €
Valor Neto Actual	16.324,44 €	195.251,00 €	374.177,56 €
TIR	7,1%	7,6%	8,2%
Periodo de retorno	12,30 years	11,62 years	11,00 years
Financiado 80% con Deuda y 20% Fondos propios			
Valor Actual	1.298.968,14 €	1.452.890,41 €	1.609.688,51 €
Valor Neto Actual	567.137,30 €	721.059,56 €	877.857,66 €
TIR	10,4%	11,2%	12,0%
Periodo de retorno	13,45 years	12,65 years	11,93 years

Tabla 1. Índices de rentabilidad del proyecto para la firma de un PPA a 5 años

PPA 10 Años	1.800 horas	1.900 horas	2.000 horas
Financiado 100% con Fondos Propios			
Valor Actual	3.165.551,67 €	3.340.772,32 €	3.515.992,96 €
Valor Neto Actual	-50.382,01 €	124.838,64 €	300.059,28 €
TIR	6,8%	7,4%	7,9%
Periodo de retorno	12,59 years	11,91 years	11,29 years
Financiado 80% con Deuda y 20% Fondos propios			
Valor Actual	1.257.289,84 €	1.407.922,87 €	1.561.109,22 €
Valor Neto Actual	525.458,99 €	676.092,02 €	829.278,37 €
TIR	10,1%	10,9%	11,7%
Periodo de retorno	13,80 years	13,00 years	12,28 years

Tabla 2. Índices de rentabilidad del proyecto para la firma de un PPA a 10 años

DETAILED ENGINEERING OF A SOLAR POWER PLANT OF 4 MW_p SUMMARY

This project is the development of detailed engineering of the 4 MW photovoltaic solar power plant called *Lorenzo Solar*. Engineering covers both the complete technical design of the plant, all its procedures with administrations and affected companies, complementary studies and future energy management during the useful life of the plant. This solar plant will be located in the municipality of Lagartera, Toledo and will inject its energy into the distribution networks of *Iberdrola Distribución S.A.* existing near the site. The implantation site complies with the solar radiation conditions that make this investment feasible. The solar radiation map of Spain and the location of *Lorenzo Solar* is the following:

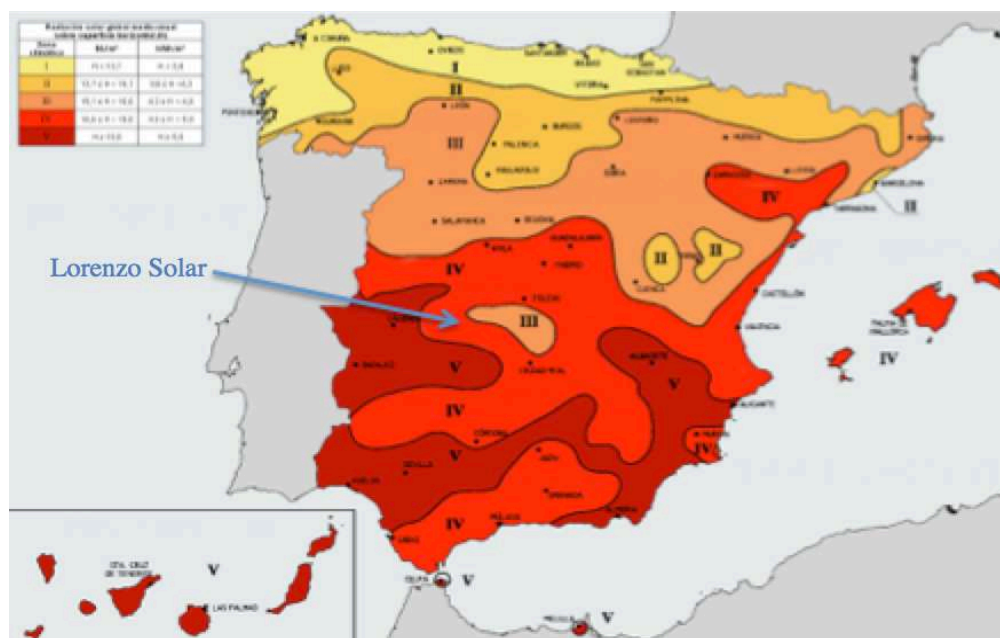


Figure 1. Solar radiation map in Spain

Total available area is 65.975 m² divided into the municipality of Lagartera and Oropesa de Toledo, where the energy evacuation point of the plant is located. Chosen area is not affected by any layer of environmental protection and it is also rural use that allows the possibility for the purpose of energy exploitation with low environmental impact. As fundamental infrastructure near the land there is a non-electrified railroad and A-5 motorway.

The energy evacuation will be a 20 kV distribution line of *Iberdrola Distribución*. Connection point was requested following all the regulated procedures for the case.

Request for connection point to IBD, contribution of bank guarantee, payment of corresponding fees, after accepting it, acceptance of the capacity of the transmission networks by *Red Eléctrica de España* is requested. Finally, all the necessary authorizations are obtained, so the connection point is one of the first objectives achieved in this project.

Solar field as it was commented, it is divided in two sub-fields (one in Lagartera and another one in Oropesa de Toledo). Panels are from Canadian Solar and they have unit power of 325 Wp/panel will be installed on a fixed structure. With an optimum tilt simulated by software PVSyst of 35° with respect to the horizontal and a south orientation. 12,308 panels will be installed on 28-panel tables in series with 2-panel layout vertically by 14 columns (2Vx7H + 2Vx7H). The structure is a bi-post structure embedded in the ground with up to 1.5 meters driven and 0.5 meters free ground distance. Almost all the energy distribution is made in direct current at 1.500 V_{DC} to two centralized inverter skids and its attached transformer in a single platform. The strings of panels are protected with boxes of first and second level of protection with fuses of discharge and magneto thermic. The sub-field of Lagartera converts 2.8 MW and the Oropesa 1.2 MW that is converted to 645 V_{AC} and transformed to 20 kV. At the exit of the first sub-field, an underground evacuation line goes out to the second inverter where the substation module of *Ormazabal* is located.

With this project, the request for administrative authorization and approval of the construction project is made in the corresponding administrations, as well as a simplified environmental impact study annexed to the authorizations. Licenses for works in two municipalities are also requested.

Finally, it is a private promotion project that seeks the financing of 80% of the project through banking entities. To obtain financing, certain guarantees and risk hedging tools are needed in the cash flows of the years belonging to the repayment of the loan. For this, a PPA (Power Purchase Agreement) is signed, which is analyzed here with two scenarios, at 5 years (44.1 € / MWh fixed, representative price, not real) and 10 years (40 € / MWh, representative price, not real) , in addition to three scenarios to calculate the intrinsic sensitivity to the equivalent hours of sun in each year. 10-year bank loan at 2% annual interest, variable costs of € 3 / MWh, fixed rental costs at € 300 / ha, 7% special taxes on electricity generation and 7% discount rate.

The results that validate the financial viability of the project for the 5-year PPP scenario have:

PPA 5 years	1.800 hours	1.900 hours	2.000 hours
Finance 100% Equity			
PV	3.232.258,12 €	3.411.184,68 €	3.590.111,24 €
NPV	16.324,44 €	195.251,00 €	374.177,56 €
IRR	7,1%	7,6%	8,2%
Return Rate	12,30 years	11,62 years	11,00 years
Finance 80% Bank debt y 20% Equity			
PV	1.298.968,14 €	1.452.890,41 €	1.609.688,51 €
NPV	567.137,30 €	721.059,56 €	877.857,66 €
IRR	10,4%	11,2%	12,0%
Return Rate	13,45 years	12,65 years	11,93 years

Table 3. Project profitability indexes for signing a 5-year PPA

PPA 10 years	1.800 hours	1.900 hours	2.000 hours
Finance 100% Equity			
PV	3.165.551,67 €	3.340.772,32 €	3.515.992,96 €
NPV	-50.382,01 €	124.838,64 €	300.059,28 €
IRR	6,8%	7,4%	7,9%
Return Rate	12,59 years	11,91 years	11,29 years
Finance 80% Bank debt y 20% Equity			
PV	1.257.289,84 €	1.407.922,87 €	1.561.109,22 €
NPV	525.458,99 €	676.092,02 €	829.278,37 €
IRR	10,1%	10,9%	11,7%
Return Rate	13,80 years	13,00 years	12,28 years

Table 4. Project profitability indexes for signing a 10-year PPA



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICA I)**

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**INGENIERÍA DE DETALLE DE UNA PLANTA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE 4 MW**

Autor:

Antonio Aparicio Sáez-Bravo

Director:

M. Inmaculada Blázquez García

Madrid

Junio 2018



ÍNDICE DE CONTENIDO

DOCUMENTO 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO 2. CÁLCULOS

DOCUMENTO 3. CONFORMIDAD IBERDROLA AL ACCESO

DOCUMENTO 4. CONFORMIDAD DE CAPACIDAD RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

DOCUMENTO 5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO 6. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO 7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 8. PLANOS DEL PROYECTO

DOCUMENTO 9. ESTUDIO ECONÓMICO

DOCUMENTO 10. BIBLIOGRAFÍA



DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. OBJETO	5
1.2. MOTIVACIÓN	6
1.3. PROMOTOR	7
1.4. DATOS Y REQUISITOS DE CLIENTE	7
1.5. TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	8
1.6. COMPONENTES PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN	9
2. INSTALACIÓN.....	10
2.1. IDENTIFICACIÓN DE LA FINCA	10
2.2. SITUACIÓN	10
2.3. LOCALIZACIÓN	11
2.4. TOPOGRAFÍA	14
3. CLIMATOLOGÍA.....	15
4. FAUNA Y FLORA.....	20
4.1. FLORA	20
4.2. FAUNA	21
5. ENTORNO E INFRAESTRUCTURAS.....	22
5.1. VÍA DEL TREN.....	22
5.2. CERRAMIENTO.....	24
6. DESCRIPCIÓN DE LA PSFV.....	26
6.1. DESCRIPCIÓN.....	26
6.2. CARACTERÍSTICAS Y MAGNITUDES PRINCIPALES.....	27
6.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA EVACUADA A LA RED.....	29
7. DISEÑO DEL CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO.....	29
7.1. PANELES O MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	29
7.2. SOPORTES ESTRUCTURALES.....	31
7.2.1. Descripción de la estructura	31
7.2.2. Acciones y normativas consideradas en el diseño	32
7.2.3. Inclinação de los módulos	34
7.2.4. Distancias	36
7.3. INVERSORES DC/AC.....	36
7.4. STRINGS	39

7.5.	CADENAS DE PANELES	40
7.6.	TOTAL CSFV	41
7.7.	PLATAFORMAS CASETAS PREFABRICADAS	42
7.8.	REDES DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA	42
7.8.1.	<i>Cableado</i>	43
7.8.2.	<i>Cuadros de protección de C.C</i>	44
7.9.	RED SUBTERRÁNEA MT CT-1 A CT-2 Y CS	45
7.9.1.	<i>Características del cable</i>	46
7.9.2.	<i>Intensidades de cortocircuito máximas</i>	47
7.9.3.	<i>Protecciones</i>	47
7.9.4.	<i>Instalación de cables aislados</i>	48
7.9.5.	<i>Puesta a tierra</i>	49
7.10.	CENTRO DE SECCIONAMIENTO	49
7.10.1.	<i>Instalación de puesta a tierra (PaT)</i>	51
7.10.2.	<i>Materiales de seguridad y primeros auxilios</i>	51
7.11.	SERVICIOS AUXILIARES	51
7.11.1.	<i>Alumbrado Exterior</i>	51
7.11.2.	<i>Sistema de seguridad</i>	52
7.11.3.	<i>Monitorización</i>	53
8.	NORMATIVA VIGENTE	54
8.1.	LEGISLACIÓN ELÉCTRICA	55
8.2.	LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL	56
8.3.	LEGISLACIÓN SOBRE PATRIMONIO HISTÓRICO	56
8.4.	LEGISLACIÓN SOBRE CARRETERAS	57
8.5.	LEGISLACIÓN SOBRE OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS	57
8.6.	LEGISLACIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURAS DE SERVICIOS	57
8.7.	LEGISLACIÓN SOBRE EL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO	57
8.8.	LEGISLACIÓN URBANÍSTICA	57
8.9.	LEGISLACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD	59
8.10.	LEGISLACIÓN SOBRE SEGURIDAD Y SALUD	59
8.11.	OTRO NORMATIVA OBLIGATORIA:	60
9.	MARCO JURÍDICO Y FISCAL	62
10.	DIAGRAMA DE GANTT, FASES DE CONSTRUCCIÓN	64
11.	CONCLUSIONES	66

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Mapa de radiación solar en España</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2. Localización parcelas Lorenzo Solar</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Esquema de componentes principales.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4. Fotografía Parcela 1.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 5. Fotografía Parcela 2 y 3.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 6. Localización de Lorenzo Solar. Ortofoto 1.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7. Emplazamiento de Lorenzo Solar. Ortofoto 2.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 8. Curvas de Nivel Topográfico de las Parcelas 1, 2 y 3.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 9. Análisis Topográfico de la Parcela 1.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 10. Análisis Topográfico de la Parcela 2 y 3.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 11. Irradiación global sobre plano horizontal. Toledo. Fuente, CIEMAT.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 12. Infraestructuras cercanas a Lorenzo Solar.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13. Esquema método enterramiento cable MT</i>	<i>49</i>

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Información climatológica Lagartera, Toledo. Base de datos de la NASA.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2. Percentiles Lorenzo Solar. Datos sacados extraídos de Atlas Radiación Solar en España de AEMET y SAF de Clima de EUMETSAT</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3. Percentiles 90 para cálculo de horas equivalentes.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 4. Requerimientos evacuación energía a red.</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5. Descripción de la estructura soporte.</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 6. Acciones y normativas consideradas en el diseño de la estructura soporte</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 7. Simulación de distintos ángulos de inclinación de los módulos.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 8. Cálculo de distancias entre elementos del campo solar.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 9. Características inversores DC/AC</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 10. Características de las String's.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 11. Características de las cadenas.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 12. Características de potencia total de la planta.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 13. Cimentaciones para prefabricados de hormigón.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 14. Características cables de baja tensión en corriente continua.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 15. Intensidades máximas admisibles cableado baja tensión de corriente continua.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 16. Calibres de los fusibles de baja tensión</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 17. Características cable de MT</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 18. Cable de MT elegido para evacuación del parque</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 19. Diagrama de Gantt. Fases de construcción.</i>	<i>65</i>



DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Introducción

1.1. Objeto

Este proyecto tiene como objeto realizar la ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica. Esta ingeniería engloba el diseño técnico completo de la planta de generación, así como su financiación, trámites, autorizaciones administrativas y todos los estudios complementarios que requiere la ingeniería para su posterior construcción, explotación y mantenimiento hasta el fin de su vida útil.

La planta solar fotovoltaica en cuestión recibe el nombre de Lorenzo Solar, es de promoción privada y estará conectada a la red de distribución de la empresa Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.

El emplazamiento donde se llevará acabo la construcción, se ha elegido con un criterio claro de alto recurso solar. Con ello se garantiza un número de horas de generación equivalente por encima de la media permitiendo obtener altos índices de rendimiento y por tanto de rápido retorno de la inversión. Además el lugar elegido se encuentra en una zona donde existen actualmente líneas de evacuación con capacidad suficiente para la conexión del parque. Para ver la disponibilidad del recurso solar en el emplazamiento se adjunta un mapa solar de España, ver Figura 1.

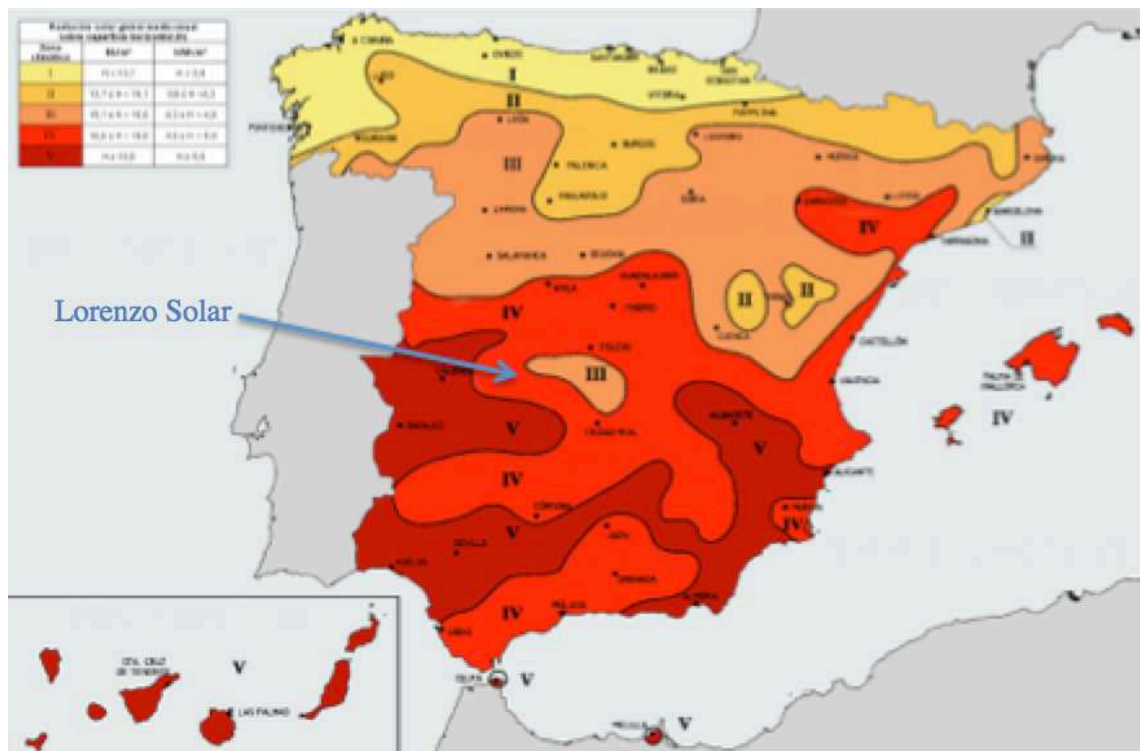


Figura 1. Mapa de radiación solar en España

Todo esto se irá analizando en distintos apartados de la memoria, tanto la parte técnica como económica y financiera, calculando así la rentabilidad y viabilidad del proyecto. Además esta planta contribuye a la generación renovable del mix eléctrico de España.

1.2. Motivación

Este proyecto de la ingeniería para una planta de generación eléctrica a través del recurso solar, tiene como objetivo la venta de energía en el mercado eléctrico a través de un contrato financiero de cobertura de riesgo, o con otra denominación menos clásica, firmando un contrato PPA (Power Purchase Agreement), contrato para el largo plazo con periodos de 5 a 10 años, con otra compañía que se compromete a comprar la electricidad generada. Para una planta solar fotovoltaica convencional, se considera una vida útil de 25 años, ampliables a 30 años en función del mantenimiento y la eficiente explotación de la misma.

En este proyecto se realizará el cálculo de la inversión inicial, cálculo de costes de explotación y mantenimiento, análisis de rentabilidad y retorno de la inversión.

Se estudiará la viabilidad técnica y económica de este proyecto así como la atracción de posibles inversores para la consecución de la misma.

1.3. Promotor

El promotor de esta planta solar fotovoltaica es EDUQUIFER Energía S.L., propietario de los terrenos donde realizará la planta Lorenzo Solar. Además es el peticionario de todos los permisos y trámites administrativos con la colaboración de la empresa de ingeniería anexa, Osprel S.L. de la misma propiedad y para la que se realiza este proyecto.

1.4. Datos y requisitos de cliente

Los requisitos básicos que se establecen al iniciar el proyecto son los siguientes:

- La superficie a utilizar es la correspondiente a tres parcelas de la propiedad, cuya superficie total es de 65.975 m². Se adjunta imagen de las parcelas en Figura 2:



Figura 2. Localización parcelas Lorenzo Solar

- La potencia total instalada no debe ser superior a 4 MWp por limitaciones en el punto de conexión a la línea de MT de Iberdrola, como ya se explicará más adelante.
- Diseño eficiente en la instalación y robusto para obtener un bajo índice de averías, así como una baja necesidad de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Diseño que busque una alta rentabilidad y un temprano retorno de la inversión, lo cual pueda ser atractivo para inversores.

1.5. Tecnología solar fotovoltaica

Para la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento del recurso solar se va a utilizar la tecnología solar fotovoltaica para captar la energía de la radiación proveniente del Sol. Esta tecnología aprovecha la radiación directa incidente del Sol en la Tierra y la convierte en energía eléctrica a través del efecto fotovoltaico. Este efecto fotovoltaico se basa en que la incidencia de luz solar sobre algunos materiales llamados semiconductores, provocan una diferencia de potencial entre los átomos del material que produce una corriente circulante de los electrones del mismo. Esto es debido a que la energía de los fotones del haz de luz, es capaz de romper los enlaces de las moléculas del material dejando un electrón libre. Estos electrones libres dejan enlaces rotos que se denominan huecos. A través del movimiento de electrones libres y huecos provocan corrientes eléctricas por el material sólido semiconductor. Las células solares, por tanto están fabricadas de materiales semiconductores, generalmente de Silicio con inclusiones de Fósforo y Boro, las cuales hacen posible la generación de energía eléctrica valiéndose de este fenómeno físico.

Con este fenómeno se forman las células solares de estos materiales semiconductores. En lo que respecta interesante para la generación eléctrica es que si estas células se exponen a la radiación solar, y esta célula se conecta a la red o a un receptor de energía eléctrica, se crea una diferencia de potencial en dicho receptor permitiendo la circulación de la corriente eléctrica generada en el interior de la célula, saliendo por el terminal positivo y volviendo por el terminal negativo de la célula. Con esto se consigue la generación de energía eléctrica por

el efecto fotovoltaico, así si se unen distintas células fotovoltaicas se puede montar el denominado panel fotovoltaico, que será el generador de energía de la planta solar fotovoltaica que trata este proyecto.

1.6. Componentes principales de la instalación

Los principales componentes de una planta solar fotovoltaica son los siguientes y se pueden ver en la Figura 3:

- 1) Paneles o Módulos Fotovoltaicos (compuestos por células)
- 2) Soportes estructurales
- 3) Cuadros y protecciones de BT
- 4) Inversores DC/AC
- 5) Transformadores BT/MT
- 6) Celdas y protección MT
- 7) Servicios Auxiliares
- 8) Punto de conexión a red

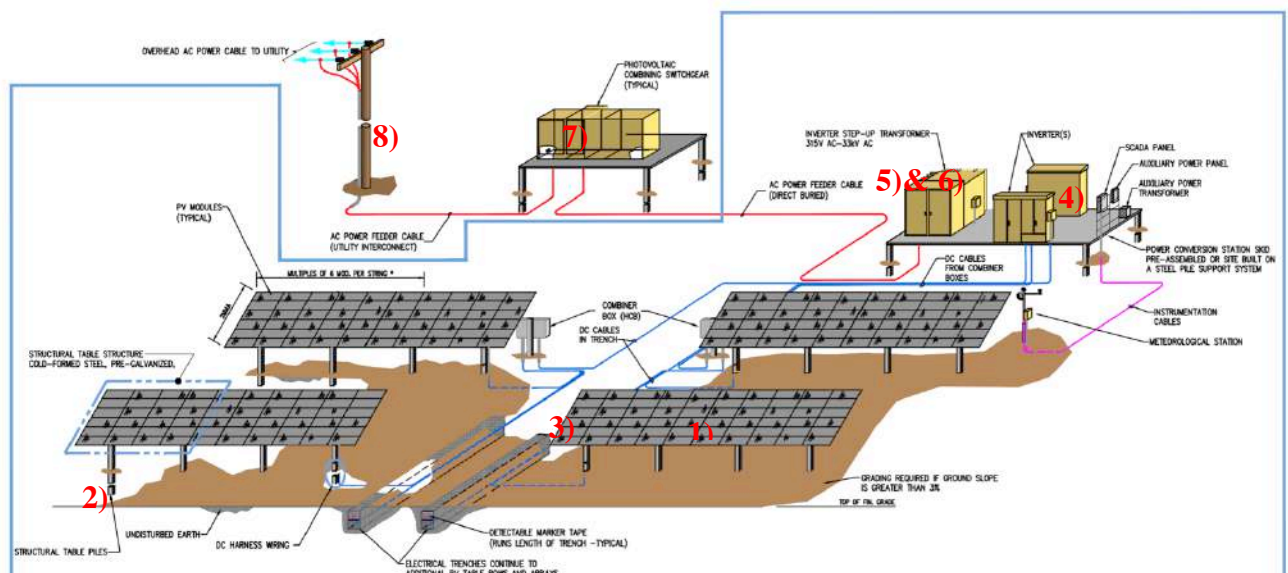


Figura 3. Esquema de componentes principales

2. Instalación

2.1. Identificación de la finca

La finca en la que se pretende realizar la implantación del campo fotovoltaico se encuentra en el término municipal de Lagartera, Toledo y en el término de Oropesa, Toledo. La finca en su totalidad, de forma irregular, tiene una superficie de 65.975 m².

2.2. Situación

El terreno a utilizar está formado por tres parcelas:

1. Superficie 46.849 m²
2. Superficie 9.587 m²
3. Superficie 9.539 m²



Figura 4. Fotografía Parcela 1.

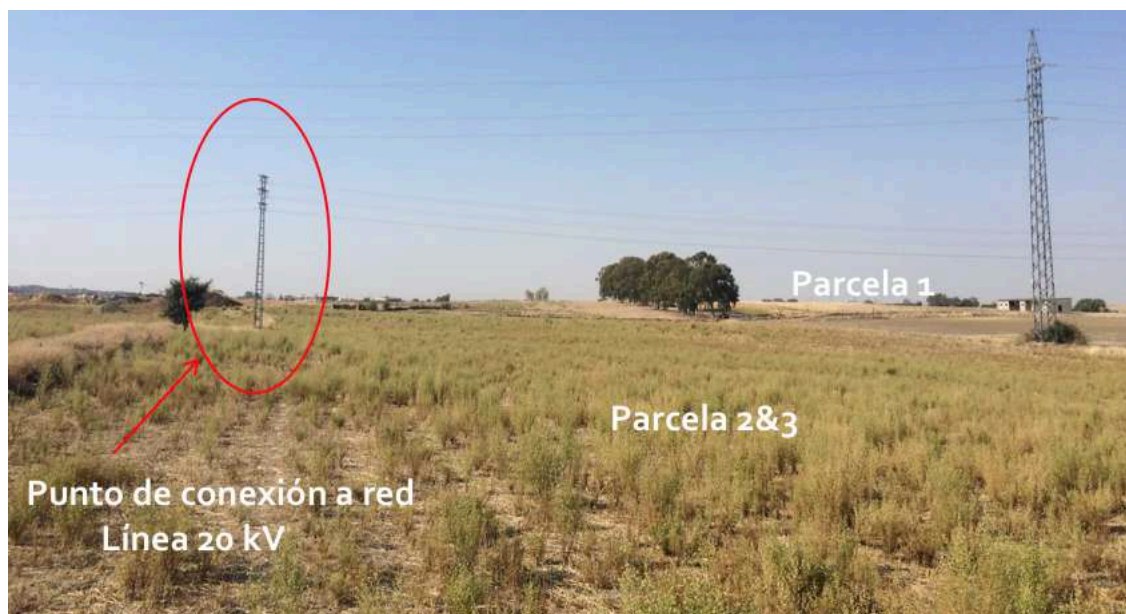


Figura 5. Fotografía Parcela 2 y 3.

Parcelas 2 y parcela 3 son colindantes que componen una parcela en su totalidad de 19.126 m². La parcela 1 se encuentra a 70 metros de estas dos parcelas que se comunican a través de un camino vecinal de acceso a estas parcelas y de bajo tránsito. La parcela 1 se encuentra cercana a las vías del tren Madrid-Cáceres-Badajoz que son vías de tren no-electrificado. En los límites de la parcela 1 se encuentra una línea de árboles en la cara sur, de origen no autóctono como son Eucaliptus plantados con la misión de delimitar la linde entre esta parcela y las vecinales. Dichos árboles han alcanzado su fin de ciclo productivo y por distintos motivos pueden ser talados:

- Queden afectados por la instalación de las placas.
- Proyecten sombras, perdiendo gran parte de la irradiación solar en la planta.

2.3. Localización

- Parcela 1

Su referencia es parcela 206 del polígono 6 del término municipal del catastro de Lagartera (Toledo) con una superficie de 46.849 m². Está dentro de la provincia de Toledo (45), término de Lagartera (83) cuyas coordenadas UTM (HUSO 30) son:

Latitud norte: 39° 55' 9'' X: 312.334

Longitud este: 5° 11' 45'' Y: 4.421.100

Está calificada como se verá en el capítulo correspondiente, como:

- Tierras arables, con una superficie de 46.525 m², pendiente del 3,9%.
- Edificaciones, en estado muy deteriorado y abandonado de superficie 79 m² que fue antiguamente un pequeño almacén particular.
- Corrientes y superficies de agua, con una superficie de 245 m², que es un pequeño embalse artificial hecho con retro-excavadora y que acumula parte de agua en periodos invernales que no tiene ninguna función. Asimismo, atraviesa la parcela el Arroyo del Pozo Martín que el mayor tiempo del año se encuentra en cauce seco.

- Parcela 2

La parcela se encuentra en CR Extremadura Antigua 16 Suelo, 45560 Oropesa, Toledo. Con una superficie ocupada de 9.587 m², cuyas coordenadas UTM (HUSO 30) son:

Latitud norte: 39° 55' 10'' X: 312.486

Longitud este: 5° 11' 23'' Y: 4.420.830

Está calificada como se verá en el capítulo correspondiente, como:

- Terreno agrario, Improductivo.

- Parcela 3

La Parcela se encuentra en CR Extremadura Antigua 14 Suelo, 45560 Oropesa, Toledo. Con una superficie ocupada de 9.539 m², cuyas coordenadas UTM (HUSO 30) son:

Latitud norte: 39° 55' 10'' X: 312.486

Longitud este: 5° 11' 23'' Y: 4.420.830

Está calificada como se verá en el capítulo correspondiente, como:

- Terreno agrario, Improductivo.

En cuanto a protección de riesgos, se tiene:

- No existe contaminación de acuíferos.
- En lo que hace referencia a la cinegética, no se conocen actividades sobre la misma en esas parcelas.

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

- La parcela que se ocupa no se encuentra dentro de la zona de afectación de riesgos de incendio.
- No se encuentra en zona ZEPA (Zona Especial de Protección de las Aves) ni tampoco se ve afectado por la clasificación de zona LIC (Lugar de Interés Cultural).

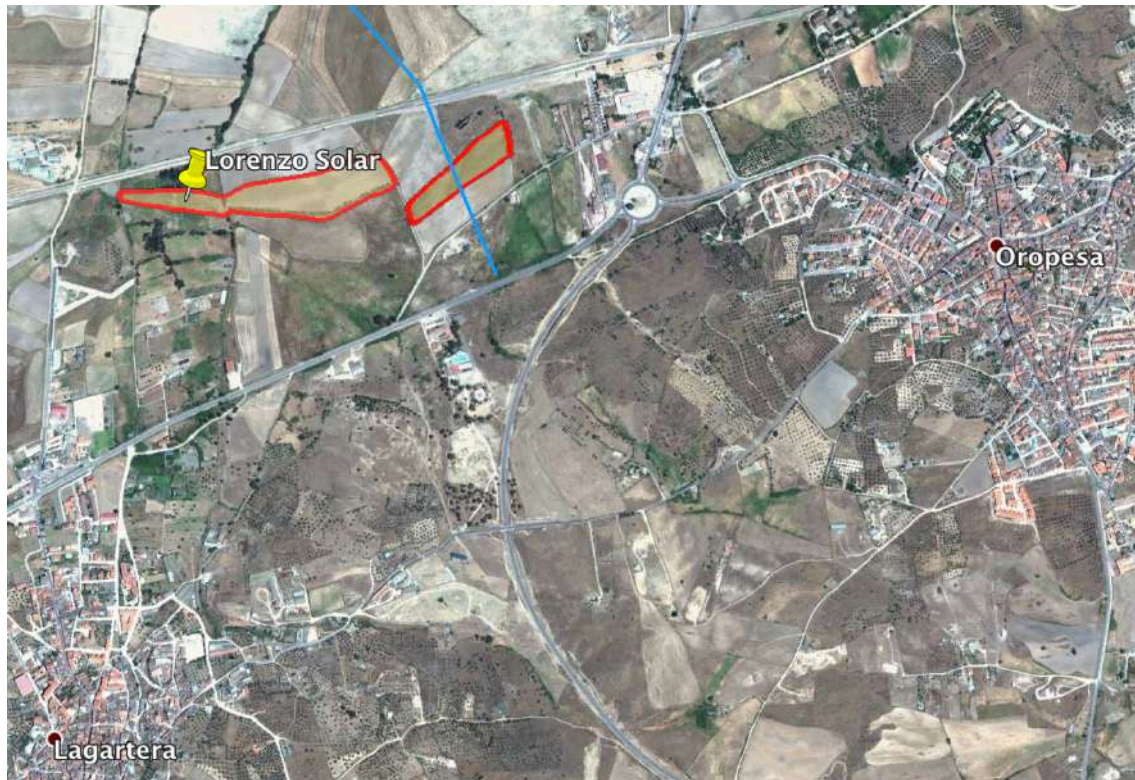


Figura 6. Localización de Lorenzo Solar. Ortofoto 1.

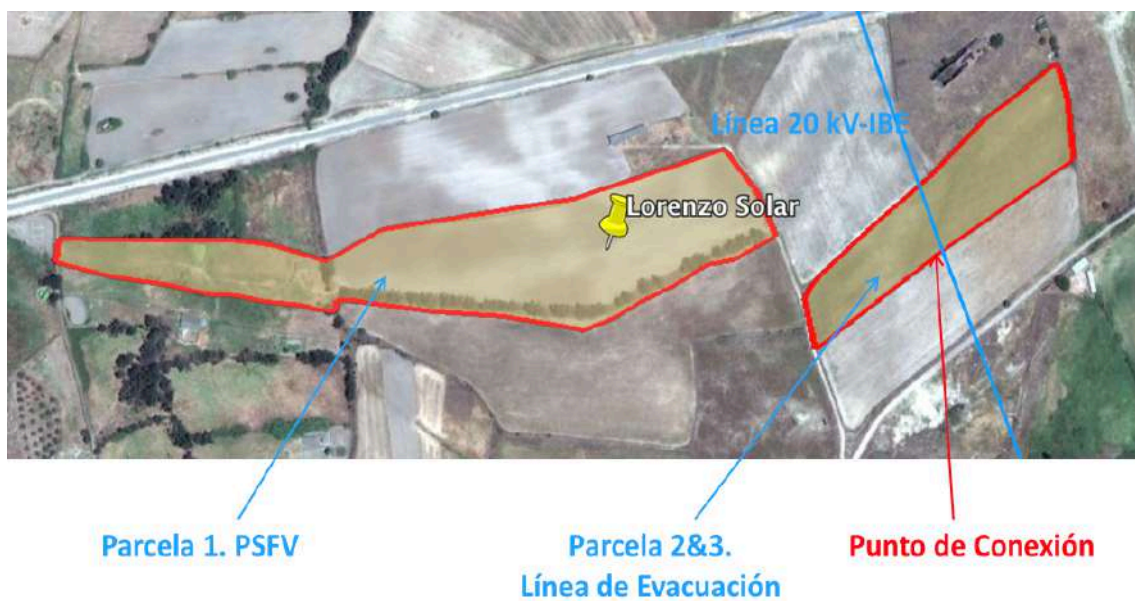


Figura 7. Emplazamiento de Lorenzo Solar. Ortofoto 2.

2.4. Topografía

Se realizó un estudio topográfico de las parcelas que forman la PSFV obteniendo sus curvas de nivel y las distancias de las parcelas:

- La pendiente en los terrenos de la Parcela 1 es ligeramente ascendente de Sur a Norte y descendente de Este a Oeste, una pendiente de 3.9%.
- La pendiente de la Parcela 2 y 3 es descendente de Norte a Sur.
- En el hincado habrá una tolerancia en la nivelación de 0,25 cm., para elevar estructuras posteriores, en caso necesario.
- Con el levantamiento topográfico se realizará el replanteo de la obra, para su ejecución. En las siguientes figuras se representa la síntesis de resultados:

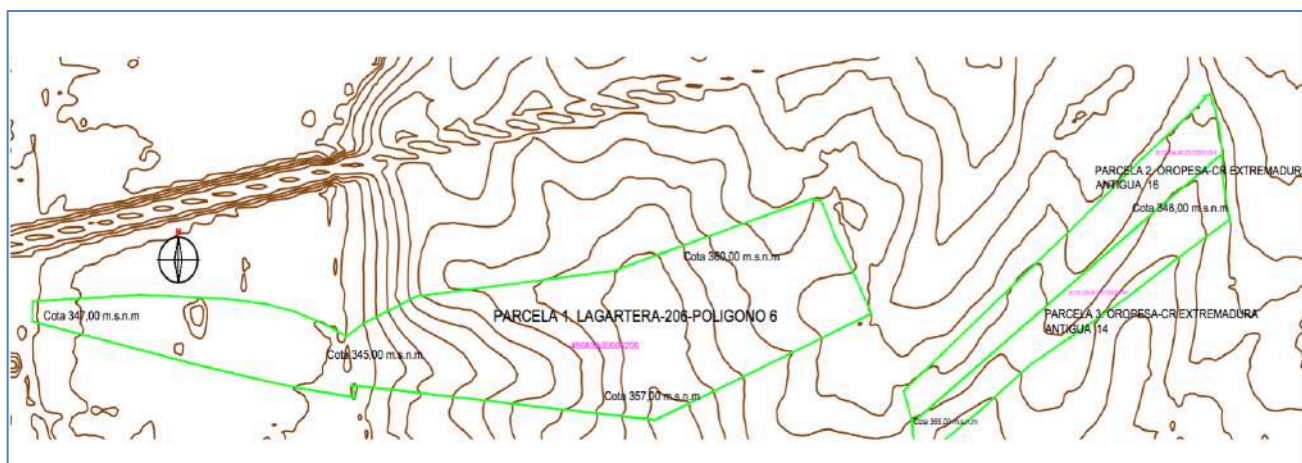


Figura 8. Curvas de Nivel Topográfico de las Parcelas 1, 2 y 3.



Figura 9. Análisis Topográfico de la Parcela 1.

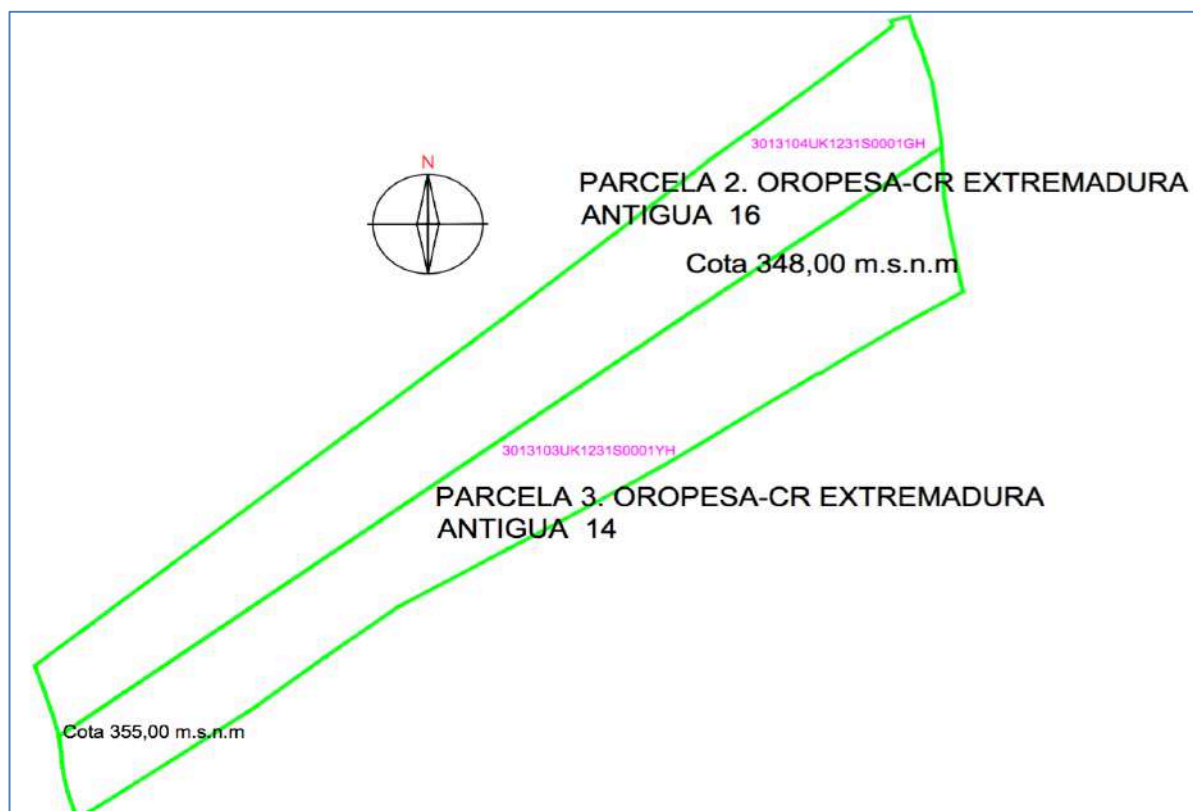


Figura 10. Análisis Topográfico de la Parcela 2 y 3.

3. Climatología

Algunos datos recogidos de la zona son extraídos de las bases de datos de la NASA de la Web: <https://eosweb.larc.nasa.gov>. A continuación se representan los datos principales donde se puede ver si el emplazamiento es apto para conseguir altas eficiencias en la generación de energía a través del recurso solar. Ver Tabla 1, condiciones climatológicas de Lagartera, Toledo.

Con los datos del clima se puede atender a las necesidades térmicas de la planta y el recurso solar del que se dispone, con ello se pueden dimensionar algunos parámetros importantes de los inversores y de los paneles fotovoltaicos a elegir.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL LUGAR DE INSTALACIÓN													
Localización: Lagartera-Toledo	Lat 39.91												
	Lon -5.19												
Parámetros de Radiación Solar													
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media mensual de la Incidencia de radiación solar en una superficie horizontal (kWh/m²/día)	Media-22 años	2.25	3.14	4.49	5.47	6.42	7.57	7.70	6.77	5.15	3.31	2.31	1.86
Media mensual al mediodía de la insolación que incide en una superficie horizontal. (W/m²)	Media-22 años	350	460	590	660	720	840	860	790	660	450	360	300
Media mensual de Radiación Normal Directa (kWh/m²/día)	Media-22 años	4.17	4.84	5.93	6.03	6.72	8.61	9.21	8.38	6.68	4.51	3.85	3.44
Meteorología (Temperatura):													
Media mensual de la temperatura del aire a 10m sobre la superficie (°C)	Media-22 años	4.98	6.44	10.1	12.8	17.6	23.3	26.3	25.4	21.2	15.4	9.69	6.40
	Mínimo	1.63	2.45	5.01	7.57	12.7	18.5	21.0	20.0	16.4	11.5	6.33	3.27
	Máximo	9.36	11.6	15.9	18.0	22.1	27.7	31.0	30.3	25.9	19.7	13.7	10.4
Media temperatura día representativo (°C)	Media-22 años	7.73	9.16	10.8	10.4	9.44	9.18	9.98 *	10.3	9.44	8.17	7.45	7.18
Meteorología (Viento):													
Media mensual-Velocidad del viento a 50 metros sobre la superficie (m/s)	Media-10 años	4.59	4.88	4.84	4.81	4.71	4.42	4.48	4.53	4.04	4.13	4.26	4.58
Min/Max-Velocidad del viento a 50 metros sobre la superficie (m/s)	Mínimo	-10	-16	-14	-10	-10	-10	-9	-6	-9	-11	-11	-12
	Máximo	8	13	17	13	14	8	7	7	9	9	9	14

Tabla 1. Información climatológica Lagartera, Toledo. Base de datos de la NASA.

Una medida que puede dar un valor indicativo de si este emplazamiento es adecuado o no, son los parámetros de radiación solar. Más en concreto es interesante observar la media mensual de la incidencia de radiación solar en la superficie horizontal, es decir, por cada m² de superficie horizontal en el plano terrestre, cuantos W de radiación se reciben. Un valor muy optimista que se suele tomar en condiciones NOCT de ensayo de los paneles solares es 800 W/m², de manera que si se fija en la Tabla 1, la radiación media mensual de los últimos 22 años es cercana a dicha referencia. Siendo la media anual de 587 W/ m². La radiación anual normal directa media de los últimos 22 años es 2.204 kWh/m².

Estos datos muestran la alta radiación solar existente en el emplazamiento elegido.

Además, dos factores que hay que tener en cuenta es la temperatura ambiente en la que trabajan los paneles solares, puesto que su rendimiento empeora cuando aumenta la temperatura, de manera que lo más interesante de cara al mejor rendimiento de la planta, son temperaturas de entre $[20^{\circ}, 25^{\circ}]$. Además el viento en cierta medida ayudará a disipar calor de los paneles por convección natural/forzada, mejorando así las condiciones térmicas de la planta. Como se puede ver en la tabla, las medias de temperatura son inferiores en lo general al rango de temperaturas dado, y además que se tienen vientos medios de 4.5 m/s. Con todo ello se puede decir que el emplazamiento es climatológicamente viable para la instalación.

Además para el cálculo de la irradiación en el emplazamiento y poder estimar la producción anual durante los distintos años, se realiza un análisis de los percentiles de irradiación solar. Se tienen los datos de los percentiles de la provincia de Toledo sobre la irradiación solar global utilizada para la generación de energía solar fotovoltaica. Los datos se particularizan para los percentiles 25, 50 (o también llamado mediana) y 75. La Figura 11 muestra la información que se describe y además se indica la situación de los percentiles más relevantes en la gráfica.

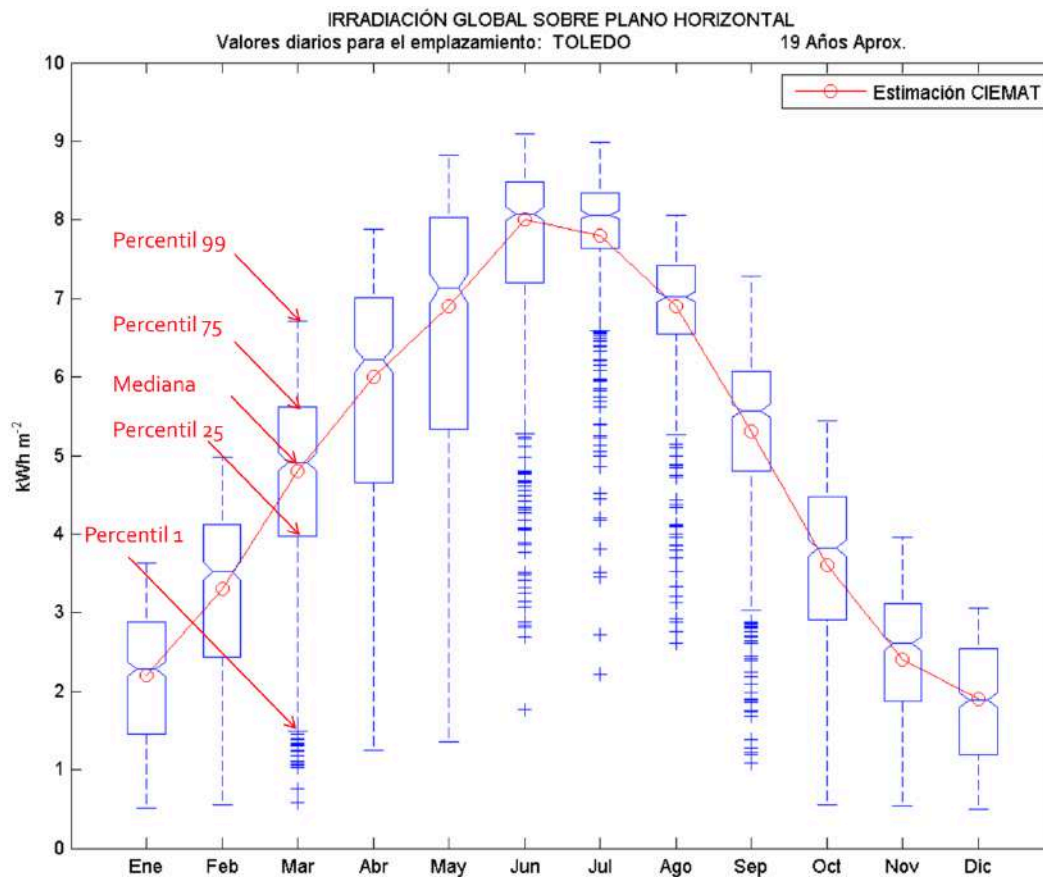


Figura 11. Irradiación global sobre plano horizontal. Toledo. Fuente, CIEMAT.

Con estos datos y sabiendo que la curva que mejor se asemeja a la distribución estadística de percentiles es una curva cuadrática inversa, se calcula el percentil 90. Dicho dato aporta información sobre el valor de la irradiación solar global en la provincia de Toledo por debajo del cual se encuentra el 90% de las observaciones de la muestra tomada. Dicha muestra tomada y datos de percentiles se extrae de las bases de datos del SAF de Clima de EUMETSAT que facilita la Asociación Estatal de Meteorología.

La Tabla 2 contiene los datos de los percentiles nombrados para la provincia de Toledo.

Toledo	ENERO				FEBRERO			
kWh/día·m2	P25	P50	P75	P90	P25	P50	P75	P90
Irrad. Global	1,66	2,44	2,75	3,24	2,65	3,45	4,20	4,63
	MARZO				ABRIL			
kWh/día·m2	P25	P50	P75	P90	P25	P50	P75	P90
Irrad. Global	3,98	4,95	5,65	6,22	4,75	6,15	7,05	7,48
	MAYO				JUNIO			
kWh/día·m2	P25	P50	P75	P90	P25	P50	P75	P90
Irrad. Global	5,35	7,05	7,85	8,96	7,21	8,13	8,65	8,92
	JULIO				AGOSTO			
kWh/día·m2	P25	P50	P75	P90	P25	P50	P75	P90
Irrad. Global	7,92	8,14	8,27	8,67	6,86	7,12	7,26	7,69
	SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
kWh/día·m2	P25	P50	P75	P90	P25	P50	P75	P90
Irrad. Global	4,78	5,46	5,89	6,74	2,98	3,81	4,37	5,06
	NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
kWh/día·m2	P25	P50	P75	P90	P25	P50	P75	P90
Irrad. Global	1,75	2,55	2,83	3,44	1,15	2,54	2,71	2,89

Tabla 2. Percentiles Lorenzo Solar. Datos sacados extraídos de Atlas Radiación Solar en España de AEMET y SAF de Clima de EUMETSAT

Teniendo en cuenta los datos de irradiación solar global por cada día y mes, se calcula con el mismo porcentaje de probabilidad la irradiación solar global de cada mes. Por tanto del sumatorio de dicha irradiación de cada mes se obtiene directamente la irradiación solar global de un año ante el escenario del percentil de porcentaje 90%.

Se estima que las pérdidas del sistema de generación serán siempre inferior al 15% ante un diseño óptimo de la planta solar fotovoltaica, pudiéndose ser esto demostrado con diseños en software PVSyst donde el PR se estima en valores menores del 9%. Dichas pérdidas engloban tales como pérdidas en radiaciones difusas, pérdidas en el inversor, transmisión y transformación de la energía hasta

el punto de conexión y medida en el punto de vertido a la red de la energía para su tarificación y liquidación. Por tanto para un *worst case scenario*, se toma un ratio de operación o comúnmente llamado *Performance Ratio* del 85% (15% pérdidas). En la siguiente hoja se muestran los resultados.

Mes	P ₉₀ kWh/m ² ·día	Días/Mes	P ₉₀ kWh/m ² ·mes
Enero	3,24	31	100,40
Febrero	4,63	28	129,76
Marzo	6,22	31	192,82
Abril	7,48	30	224,53
Mayo	8,96	31	277,86
Junio	8,92	30	267,64
Julio	8,67	31	268,66
Agosto	7,69	31	238,36
Septiembre	6,74	30	202,11
Octubre	5,06	31	157,01
Noviembre	3,44	30	103,14
Diciembre	2,89	31	89,73
P ₉₀ kWh/m ² ·año			2.252,03
Performance Ratio (P.R.)			85%
Horas Equivalentes (P ₉₀)			1.914,23 horas

Tabla 3. Percentiles 90 para cálculo de horas equivalentes.

4. Fauna y flora

Los términos de Lagartera y Oropesa son pertenecientes a un clima de estepa local, los inviernos son fríos y los veranos calurosos, es decir temperaturas extremas en ambos sentidos. La temperatura media anual es 15,3 °C y la precipitación anual es 380 mm.

En verano la temperatura media es de + 25,6°C para el mes de julio (+ 33,4°C máxima de las medias) y en invierno en enero + 6,5°C (+ 2,4°C mínima de las medias).

4.1. Flora

Se puede decir que las parcelas son terreno de cultivo de secano y en su defecto zonas de pasto bajo que no contiene ningún tipo de árbol, arbusto ni plantaciones. Sí que se tiene la existencia de una pequeña línea de árboles en la linde de una de

las parcelas. Esta especie son Eucaliptos no autóctonos, plantados allí por la propiedad de los terrenos. Dichos árboles han alcanzado un final de ciclo de vida que acompaña a la necesidad de ser talados ya que en su defecto provocarían un gran área de sombra sobre el terreno del campo solar, así descendería la eficiencia y productividad de la instalación considerablemente.

4.2. Fauna

Según información de distintas fuentes en los términos de Oropesa y Lagartera se pueden encontrar distintas especies de animales, de las cuales no muchas se encuentran en las cercanías de las parcelas puesto que estas mismas como ya se comentaban carecen de monte ni arboladas que den cobijo a dichas especies, aun así se plantean las más comunes por la zona:

Reptiles y anfibios:

- Gallipato (*Pleurodeles waltl*),
- Sapo corredor (*Bufo calamita*)
- Galápago leproso (*Mauremys leprosa*)
- Lagarto ocelado (*Lacerta lepida*)
- Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*)

Aves:

- Busardo ratonero (*Buteo buteo*)
- Milano real y negro (*Milvus milvus* y *M. migrans*)
- Cernícalo vulgar y primilla (*Falco tinnunculus* y *F. naumanni*)
- Gavián (*Accipiter nissus*)
- Mochuelo (*Athene noctua*)
- Lechuza (*Tito alba*)
- Cinegéticas perdiz roja, paloma torcaz, tórtola y zorzal.

Mamíferos:

- Jabalí (*Sus scrofa*),
- Zorro (*Vulpes vulpes*),
- Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)

- Liebre (*Lepus europaeus*)
- Meloncillo (*Herpestes ichneumon*)

La implantación de estos proyectos no tiene impacto directo sobre todas estas especies de reptiles, aves y mamíferos, ya que los terrenos ocupados son terrenos que no sirven de refugio adecuado para esta clase de animales ni de vegetación. Por tanto se considera que el impacto sobre la fauna y la flora es mínimo.

5. Entorno e infraestructuras

Las fincas que ya se han descrito anteriormente son terrenos rústicos, de topología muy llana. Son tres parcelas, dos de ellas totalmente juntas y una separada unos metros de estas dos por un camino no asfaltado y de acceso a estas parcelas. Cuentan con la disposición necesaria para la instalación de un campo solar ya que en sus cercanías no cuentan con ningún tipo de obstáculo que perjudique a la plena producción de los paneles fotovoltaicos.

En cuanto las infraestructuras básicas se definen a continuación:

5.1. Vía del tren

Por el exterior de las parcelas se encuentra unas vías de tren no electrificado que tiene como itinerario Madrid-Badajoz. Por ello y según la Ley 38/2015 del Sector Ferroviario se atiende a las siguientes definiciones que marcarán las restricciones a seguir a la hora de construir el parque solar, no pudiendo invadir ciertas zonas de protección.

En el Capítulo III, Artículo 13, Artículo 14 y Artículo 15 aparecen todas las definiciones necesarias para entender cuál es la zona a respetar.

Artículo 13: *‘Comprenden la zona de dominio público los terrenos ocupados por las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General y una franja de terreno de ocho metros a cada lado de la plataforma, medida en horizontal y perpendicularmente al eje de la misma, desde la arista exterior de la explanación.’*

Artículo 14: *‘La zona de protección de las líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona*

de dominio público definida en el artículo anterior y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 70 metros de las aristas exteriores de la explanación.’

Artículo 15: Límites de edificación

‘1. A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las edificaciones existentes en el momento de la entrada en vigor de esta ley. Igualmente, queda prohibido el establecimiento de nuevas líneas eléctricas de alta tensión dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.

En los túneles y en la líneas férreas soterradas o cubiertas con losas no será de aplicación la línea límite de la edificación. Tampoco será de aplicación la línea límite de la edificación cuando la obra a ejecutar sea un vallado o cerramiento.

2. La línea límite de edificación se sitúa a cincuenta metros de la arista exterior más próxima de la plataforma, medidos horizontalmente a partir de la mencionada arista.

En las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General y que discurran por zonas urbanas, la línea límite de la edificación se sitúa a veinte metros de la arista más próxima a la plataforma.

Reglamentariamente, podrá determinarse una distancia inferior a la prevista en el párrafo anterior para la línea límite de edificación, en función de las características de las líneas.’

Con toda esta normativa se tendrá en cuenta una distancia de 50 metros desde la arista exterior de la plataforma medido en horizontal. De esta manera se dejan de instalar un número representativo de paneles solares.



Figura 12. Infraestructuras cercanas a Lorenzo Solar.

5.2. Cerramiento

Se realizará un cerramiento de las parcelas para evitar la intrusión y garantizar la seguridad de la propia instalación y de personas externas. El cerramiento se realizará para la parcela 1 e independientemente para la parcela 2 y 3 que se cerrarán conjuntamente.

El cerramiento a adoptar será un mallazo de simple torsión o malla electro soldada. A priori se instalará el cerramiento con malla de simple torsión, malla galvanizada, de 2.00 metros de altura con voladizo a 45 grados con tres líneas de alambre de espino. En el caso de mallas electro soldadas están formadas en planchas o paneles de alambres galvanizados verticales y horizontales que se entre cruzan perpendicularmente donde sus puntos de contacto están unidos con una soldadura eléctrica. Además el paneles se plastifica con recubrimientos de poliéster para alargar su vida y evitar la corrosión ante el paso del tiempo en intemperie. Esta valla será de 2 metros de altura y tendrá una sola entrada a cada sub-parcela. Las puertas de acceso a las dos sub-parcelas (parcela 1 por un lado,

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

parcela 2 más parcela 3 por otro lado) serán de dos hojas 2x2 metros de ancho por 2 metros de altura, con marco tubular de 60mm y barrotes verticales.

Características generales:

- 2 m de altura.
- Brazo inclinado interior a 45°, de 30 cm. de longitud con tres hileras de alambre de espino 4/1,7/15 galvanizado.
- Realizado con malla simple torsión 50/14 galvanizada.
- Tensada con tres alambres horizontales del no 16 grapadas a la misma y fijada a postes de acero de perfil redondo galvanizado *sendzimir* de 48mm. de diámetro y 1,2mm. de espesor, colocados cada 3,00m. Con todos sus accesorios necesarios (tornapuntas, tensores de carraca, tornillos). Anclaje de postes sobre muro de hormigón, realizado por medio de placas inferiores con tornillos de expansión.
- Los postes de 2 m de altura serán metálicos galvanizados de perfilaría circular de 48 y estarán sujetos por un dado de anclaje al suelo rodeado por bloque de hormigón.
- El alambre de los hilos será metálico de 2 mm de diámetro y 2,5 en las orillas.
- Todos los perímetros tendrán un único acceso, será de doble puerta, de vehículos y de personal de 3 metros de entrada para facilitar la entrada de vehículos industriales de carga, dejando un área libre en las entradas de las puertas para poder cargar y descargar con facilidad.



6. Descripción de la PSFV

La instalación es una central solar fotovoltaica de generación de energía eléctrica con conexión a red. La instalación constará con la implantación de dos grandes núcleos de módulos fotovoltaicos divididos en dos parcelas unitarias. En el primer núcleo corresponde con la Parcela 1, donde se instalarán 8.876 módulos fotovoltaicos y el segundo núcleo corresponde con la Parcela 2 y Parcela 3, con una totalidad de 3.472 módulos fotovoltaicos. Por tanto la totalidad de la planta solar fotovoltaica son 12.348 módulos. El resto de cálculos que se harán se exponen más adelante.

6.1. Descripción

La instalación fotovoltaica presenta los subsistemas perfectamente diferenciados:

- Generador fotovoltaico. Está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos, los cuales son los encargados de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una corriente continua de baja tensión proporcional a la irradiación solar recibida. Lo denominamos CAMPO SOLAR.
- El sistema de acondicionamiento de potencia. Esta función es realizada por los inversores, que basándose en tecnología de potencia transforman la corriente continua procedente del generador en corriente alterna de la frecuencia de la red pudiendo, de esta forma, operar la instalación fotovoltaica en paralelo con ella.
- Interfaz de conexión generador-inversores. Para poder conectar el generador con el sistema de acondicionamiento de potencia es necesario establecer los circuitos de potencia eléctrica de unión de ambos sistemas, estos circuitos son en baja tensión en c.c., con las protecciones necesarias para las personas como para los distintos componentes que la configuran, tanto contra sobretensiones como para sobre intensidades, que a su vez sirven de mando y seccionamiento de los distintos conjuntos formados.

La potencia instalada se considera de acuerdo al art. 3 del RD 413/2014 como la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran la instalación, medidas en condiciones estándar.

La potencia nominal de acuerdo con el RD 661/2207, al que remite el anterior se considerará la suma de las potencias de los inversores trabajando en paralelo para un mismo titular.

- Sistema de acondicionamiento de tensión. Para poder inyectar la corriente alterna a la red eléctrica, es necesario transformarla en una de similares condiciones a la de la red en cuanto a la tensión de la misma, ello se realiza en un simple paso mediante transformadores de potencia y a través de líneas subterráneas a tensión de 20 kV, que recogen toda la energía producida procedente del CSFV, dejando la energía en la línea de MT 20kV de Iberdrola.
- Sistemas auxiliares. Son los sistemas para la explotación adecuada de la planta, para la medida de la energía, la monitorización de la misma para operar y mantenerla, así como el alumbrado exterior, la seguridad contra intrusión y robos y las comunicaciones de datos de todo lo anterior a la central de operaciones.

6.2. Características y magnitudes principales

- Módulos fotovoltaicos

Potencia Ud.....325Wp

Sistema de instalación.....Sobre estructura metálica fija

Inclinación de módulos.....35°

- Magnitudes

Potencia Pico.....4 MWp

Potencia Nominal.....3,68 MW

Relación entre potencias.....8,6%

Tensión de generación c.c1,5 kV máxima

Tensión de c.a. en BT 645 V

Tensión de transformación a MT/Red 20 kV

- Inversores

Número.....2

Potencia Unitaria1x2.8 MW+1x1.2MW

- Línea BT

En estructuraAl aire

Fuera de estructuraEnterradas

- Centros BT/MT-Red

Número2

Potencia.....1x2.8 MW+1x1.2MW

- Centros de seccionamiento1

- Vallado.....Perimetral, permeable a la fauna y altura 2 m

- Alumbrado exterior“Tipo sorpresivo” mediante proyectores sobre báculos de 6 m

- Instalación de PaTSe conectaran todas las masas metálicas, así como el vallado. CT independiente la de neutro.

- Sistema de monitorizaciónSerá suministrado por el fabricante del inversor.

- Sistema de telemedidaEn tiempo real

- Estación meteorológica1 estaciones en CSFV 1. Medida de la radiación solar y las temperaturas ambiente y de célula.

- Sistema de identificación/señalización ...Completo de módulos, string, cadenas y calles.

6.3. Características de la energía evacuada a la red.

La energía eléctrica entregada tendrá que tener las características presentadas en la Tabla 4.

Parámetro	Umbral	Tiempo protec.
Tensión	20 kV $\pm$ 10%	1,5 s
Tensión	20 kV $\pm$ 15%	0,2 s
Huecos de tensión	1,5 s	
Tensión homopolar	Max. Tensión	
Frecuencia	50 Hz +2%/-4%	0,5 / 3 s
Inmunidad electromagnética	Aparatos de Clase A. Marcado Directiva 2004/108 CEE	
Armónicos	THD < 3% @Pn	

Tabla 4. Requerimientos evacuación energía a red.

7. Diseño del campo solar fotovoltaico

7.1. Paneles o Módulos fotovoltaicos

Como ya se ha comentado anteriormente, los módulos fotovoltaicos son la componente principal de una planta solar fotovoltaica. Los módulos son al fin y al cabo el soporte de un determinado número de células fotovoltaicas conectadas en serie entre sus polos. Es por tanto que esta determinación y elección de los módulos fotovoltaicos con sus características de diseño y rendimientos, lo que definirá la planta solar fotovoltaica.

Estas células se pueden clasificar por el tipo de material o por la estructura interna del material.

Por el tipo de material se diferencian entre material simple, compuestos binarios y compuestos ternarios. Los de material simple son de Silicio y en ocasiones de Germanio y Selenio.

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

Por la estructura interna del material pueden ser monocristalinos, multicristalinos, policristalinos y amorfos, como más habituales.

Hay que tener en cuenta que todos los cálculos eléctricos están basados en los datos del módulo tipo que se define a continuación y por lo tanto cualquier modificación del tipo de módulo que suponga una variación en las características eléctricas obligara a realizar un nuevo cálculo de todos los parámetros eléctricos. Cumplirán:

- Llevaran marcado CEE, seguridad clase II en cuanto al aislamiento eléctrico y certificación IEC 61215.
- Llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales.
- Los marcos laterales, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, sus parámetros estarán dentro de las especificaciones certificadas por el fabricante.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

El modulo a instalar será el que contrate la propiedad, siendo el que se da a continuación. El modulo elegido para los cálculos es que se da a continuación del que se consideran esenciales a cumplir la potencia que debe ser $\geq 325 \text{ W}$ y la tensión máxima del sistema que debe ser de 1.500 V. las dimensiones pueden

variar en un $\pm 5\%$ en longitud y ancho. Si se eligiese un módulo cuyas características esenciales fuesen diferentes se tendrán que rehacer los cálculos.

7.2. Soportes estructurales

Los módulos fotovoltaicos se deben montar sobre estructuras metálicas que garanticen la orientación e inclinación requerida de los mismos respecto a la tierra. Estas estructuras deben asegurar los paneles fotovoltaicos inmóviles ante las inclemencias del tiempo, cargas permanentes, variables como son el viento y la nieve en su caso, y por supuesto el peso propio de la estructura y paneles.

En este proyecto se ha elegido una configuración de 7 módulos en horizontal y 2 en vertical, es decir, mesas de 14 paneles en 7Hx2V. De esta manera se optimiza el uso del terreno disponible para la planta fotovoltaica mientras que también se optimiza el método de instalación y de mantenimiento. Las estructuras se han elegido de estructura biposte e hincado directo. Las características principales son:

7.2.1. Descripción de la estructura

A continuación se puede ver en la Tabla 5 las características principales de la estructura diseñada para esta planta. Es una estructura fija con cimentación sin aporte de material, del tipo hincado, con dos puntos de apoyo (biposte) que se diseña para la implantación de dos paneles en vertical. Las mesas serán de 14 paneles en total.

Tipo de estructura	Estructura fija hincada biposte
Posicionamiento de los paneles	2 paneles en vertical
Cantidad de paneles por mesa	14 (2Vx7)
Tamaño del panel	1.960 mm x 992 mm
Potencia panel	325 Wp
Inclinación de los paneles	35 °
Cantidad de pilares por estructura	6 pilares (biposte)
Distancia libre del panel al suelo	500 mm
Material	Acero conformado en frío y límite elástico superior a 275 N/mm ²
Tratamiento de acabado	Galvanizado en caliente según UNE EN ISO 1461 o recubrimiento ZM según UNE EN 10346
Tornillería estructural	Galvanizada en caliente por inmersión según UNE EN ISO 1461 calidad 8.8
Fijación de paneles	Directamente atornillados al marco del panel (*)
Cimentación	Pilares hincados con una profundidad de 1.500mm para el pilar trasero y 1.200 mm para el pilar delantero. Espesor de los pilares: 2,5 mm. (**)
Pendiente E-O del terreno	≤ 10%
(*) La fijación de los paneles se realiza mediante tornillería M6 inoxidable A2-70. Además, se incluye junta aislante para evitar el par galvánico entre el marco del panel de aluminio y la estructura de acero galvanizada	

Tabla 5. Descripción de la estructura soporte.

7.2.2. Acciones y normativas consideradas en el diseño

Los módulos FV se instalarán en sistema fijo con estructura hincada biposte, sin seguimiento o es posible a valorar con seguimiento estacional (dos posiciones al año). La estructura de sustentación, dada la existencia de estructuras normalizadas, con suministros comerciales pre-diseñados y pre-dimensionados, el fabricante-suministrador garantizara la idoneidad del diseño, la resistencia y las pruebas que se especifican en el Pliego de condiciones, de acuerdo a lo siguiente:

Estructura metálica de acero S235JR según DIN EN-10025, conformada en frío y galvanizada en caliente según ISO 1461 o recubrimiento ZM según UNE EN 10346 . Se instalarán 2 módulos en vertical con una inclinación de 35° sobre la superficie horizontal. En la parte más baja se dispondrá de una altura mínima al terreno de 50 cm.

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

La estructura se montará sobre pilotes de perfiles de acero galvanizado según ISO 1461 de tipo hincados con un sistema telescópico que permitan compensar los pequeños desniveles del terreno de tal manera que los módulos queden todos en un mismo plano. El sistema telescopio admitirá desniveles inferiores al 10 %. La tornillería de unión será de resistencia mínima ISO 8,8 de acero inoxidable según DIN ISO 3506 Res-70. Se justificarán los cálculos de resistencia tanto del anclaje hincado como de la estructura por parte del fabricante suministrador de la misma, para lo que se tendrá en cuenta la siguiente normativa:

- CTE. Documentos Básicos de seguridad DB-SE AE (Acciones en la Edificación)
- CTE. Documentos Básicos de seguridad DB-SE A (Acero).
- La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 Para el cálculo se deberán tener en cuenta las siguientes solicitaciones:
- Peso propio: Compuesto por el peso/ml de cada uno de los perfiles a emplear.
- Sobrecarga: Generada el peso de los módulos, considerándose 22,4 kg/módulo.
- Viento: Zona Eólica W. Situación topográfica Expuesta. Altura: 2,40 m. Ángulo de Inclinación 35°.
- Nieve. Altitud 350 m. Angulo de inclinación 35°
- Cargas Térmicas. No se considerarán.
- Cargas sísmicas. Zona con una aceleración sísmica de 0,06g.

Se aplicarán los coeficientes de ponderación en las cargas que resultan de la aplicación de la norma DB-SE-A, para los diferentes estados de combinación de cargas consideradas. La unidad básica de la estructura será para $2 \times 7 = 14$ módulos, colocados en vertical.

Cálculo de las acciones	Según Eurocódigo 1, con datos meteorológicos locales del CTE-SE-AE
Comprobación de los perfiles	Según Eurocódigo 3
Carga de nieve en terreno horizontal	0,2 kN/m ²
Altitud	350 msnm
Zona de nieve	4 (de acuerdo al CTE)
Velocidad básica del viento (T=50)	26 m/s
Zona de viento	A (de acuerdo al CTE)
Coefficiente de exposición	1,5

Tabla 6. Acciones y normativas consideradas en el diseño de la estructura soporte

7.2.3. Inclinación de los módulos

Se ha utilizado el software PVSyst 6.40 para la simulación de distintas inclinaciones y orientaciones posibles de los módulos de Lorenzo Solar. Los inputs más relevantes son los siguientes:

- Ubicación en Lagartera, en el lugar de la instalación.
- Cálculos con un bloque de 3 MWp, extrapolable linealmente.
- Paneles Canadian Solar de 325Wp, extrapolables los resultados a otro tipo de módulo similar de manera lineal obteniendo resultados sin gran variación.
- Inversor Power Electronics V1500.

Producción en kWh/año entregada a la red, para $\alpha = 0^\circ$ y distintas inclinaciones					
Inclinación($^\circ$)/kWh	30	33	34	35	36
Enero	380.683	391.577	395.007	398.334	401.558
Febrero	471.555	482.232	485.534	488.707	491.748
Marzo	627.167	634.129	636.118	637.942	639.599
Abril	656.645	655.400	654.648	653.727	652.639
Mayo	696.282	687.896	684.760	681.456	677.984
Junio	725.955	713.207	708.596	703.807	698.841
Julio	786.137	773.363	768.709	763.860	758.816
Agosto	758.764	754.246	752.226	750.011	747.602
Septiembre	641.664	645.450	646.372	647.123	647.703
Octubre	529.523	538.728	541.516	544.163	546.667
Noviembre	409.315	420.603	424.146	427.576	430.893
Diciembre	304.690	313.463	316.230	318.917	321.524
Anual	6.988.381	7.010.294	7.013.863	7.015.623	7.015.574

Tabla 7. Simulación de distintos ángulos de inclinación de los módulos.

7.2.4. Distancias

Cálculo básico de distancias basado en las sombras de proyección:

Distancias a:	Estructuras	Inversor	Vallado
Latitud	39,91	39,91	39,91
Hipotenusa [m]	3,9	2	2
Inclinación	35	0	90
Proyección Horizontal [m]	3,22	3	0,00
Proyección Vertical (h) [m]	2,26	2	2,00
$k=1/\text{tg}(61-\text{Latitud})$	2,48	2,48	2,48
$d=k \cdot h$ [m]	5,58	4,96	4,95
$D=d+\text{Proyección}_H$ [m]	8,8	4,96	4,95

Tabla 8. Cálculo de distancias entre elementos del campo solar.

Aparte se mantendrá la distancia que hay que tener en cuenta por la limitación de la línea de transporte ferroviario que imposibilita la construcción a 50 metros desde la arista más externa de la plataforma de tal manera que no se puede montar paneles en una cierta zona como se verá en los planos. Esta zona de retranqueo no tiene apenas influencia en el campo solar, pero es un elemento más a tener en cuenta.

7.3. Inversores DC/AC

La solución de conversión de la señal de energía en corriente continua a corriente alterna para su posterior transformación y evacuación a red, se ha escogido con inversores centralizados en vez de con inversores distribuidos de baja carga. Esta decisión se toma por dos razones:

- Técnicamente puede ser útil el reparto de inversores distribuidos por todo el parque ya que aporta redundancia y alta fiabilidad en la operación y mantenimiento del parque. Debido a la longitud del campo solar, la distribución de la energía hasta el centro de transformación se hace en baja

tensión de manera que es económicamente más óptimo la instalación de cables de baja tensión a 1.500 V_{DC} que en tensión de 645 V_{AC}. La sección de los cables para tensión alterna tendría que ser superior por motivos de caída de tensión máxima admisible y pérdidas en las líneas.

- Económicamente se aprovechan “mini” economías de escala siendo más óptimo el coste de comprar un inversor centralizado con toda la aparamenta necesaria que el coste de comprar pequeños inversores cuya suma de la misma capacidad que el primero.

En definitiva, se elige la solución de inversores centralizados con capacidad de regulación, es decir inversores de capacidad total subdividida en módulos de carga que optimizan el rendimiento a tiempo real en función de la generación temporal del parque solar.

Se ha hecho un estudio de mercado teniendo en cuenta distintos fabricantes como Ingeteam, Gamesa, ABB, Schneider, Power Electronics, Huawei y SMA.

Los inversores serán definitivamente de la marca Power Electronics, estarán en contenedor prefabricado incluyendo 1 unidad con distintos módulos funcionales y el centro de transformación correspondiente junto a su aparamenta de MT. Las características principales serán:

Datos técnicos	Power Electronics HEC V1500 Frame 3
Entrada (CC)	
Potencia de CC máx. (cos ϕ = 1)	2.860 kW (6 módulos de reparto)
Tensión de entrada máx.	1.500V
MPP_DC_min – MPP_DCmáx	913V – 1.310V
Corriente máx. de entrada	3210 A _{CC}
Corriente de cortocircuito máx.	4650 A _{CC}
Salida (CA)	

Potencia asignada (@ 25 °C) / potencia nominal CA (@ 50 °C)	2.860/2.400 kW
Tensión nominal de CA / rango de tensión nominal de CA	645V $\pm$ 10%
Frecuencia de red de CA / rango	50Hz/60Hz
Frecuencia asignada de red / tensión asignada de red	50Hz/645V _{AC}
Corriente máx. de salida / coeficiente máx. de distorsión(THDi)	< 3% per IEEE519
Factor de potencia a potencia asignada / factor de desfase ajustable	0.0 leading ... 0.0 lagging / Control de Potencia Reactiva Nocturna
Rendimiento	
Rendimiento máx. / rendimiento europeo	98.7%/98.6%
Datos generales	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	5177x945x2198 mm
Peso en kg	4,600
Rango de temperatura de funcionamiento	-35°C[3] to 60°C / Active Power derating >50°C
Rango ampliado de temperatura de funcionamiento	
Emisiones de ruido	< 79 dBA
Autoconsumo máx. (funcionamiento)	< approx. 50W/per module
Tensión de alimentación auxiliar externa	400V / 230VAC–6kVA disponible alimentación auxiliar (opcional)
Sistema de refrigeración	Toma de aire inferior. Ventilación forzada
Tipo de protección: electrónica/área de	IP54

conexión (según IEC 60529)/según IEC 60721-3-4	
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	0% a 100% sin condensación
Equipamiento	
Pantalla	Display gráfico
Comunicación / protocolos	Modbus TCP/IP
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	IEC 62109
Modelo comercial	HEC V1500 Frame 6

Tabla 9. Características inversores DC/AC

7.4. Strings

Los “string” estarán formados por 28 módulos FV conectados en serie. En la instalación sobre la estructura tendrán una separación de 2 cm entre ellos para ser más permeables al viento. Se protegen por los cuadros de Nivel 1, protección por fusible de c.c. en ambos conductores + / -.

FORMACIÓN DE "STRING"		
Módulos FV	Tipo de conexión	Serie-paralelo
	Módulos en serie	28
	Módulos en paralelo	1
	Número total de módulos	28
Potencia	Nominal $P_{MÁX}$ (W)	9.100
Tensión	A potencia máxima U_{MPP} (V)	1.052,8

	A circuito abierto U_{OC} (V)	1.299
	A circuito abierto mínima temperatura $U_{OC\ MAX}$ (V)	1.424
Intensidad	A potencia máxima I_{MPP} (A)	8,66
	A cortocircuito C.N. I_{SC} (A)	9,1
Dimensiones	Altura de módulos. Conjunto sobre estructura (mm)	1.450
	Proyección en planta (mm)	1.640
	Peso de módulos (kg)	26.5

Tabla 10. Características de las String's.

7.5. Cadenas de paneles

Las cadenas estarán formadas por hasta 6 string como máximo para las cajas de primer nivel o nivel 1, conectados en paralelo. Las cadenas se agrupan en los cuadros de protección de c.c. cuadros de Nivel 2 y van hasta el inversor correspondiente.

Las cadenas, con objeto de aprovechar el terreno y no atravesar por debajo de la estructura, a la vez que minimizar el zanjeo, se realizan de 1 a 6 string en paralelo, según la implantación sobre el terreno.

A continuidad se da la cadena de 6 string que será la de mayor intensidad a la entrada del inversor:

FORMACIÓN DE CADENAS		
String	Tipo de conexión	Serie-paralelo

	String en serie	1
	String en paralelo	6
	Número total de módulos	168
Potencia	Nominal $P_{M\acute{A}X}$ (kW)	54,6
Tensión c.c.	A potencia máxima U_{MPP} (V)	1052.8
	A circuito abierto U_{OC} (V)	1.299
	A circuito abierto mínima temperatura U_{OC} máx. (V)	1.424
Intensidad c.c.	A potencia máxima I_{MPP} (A)	104
	A cortocircuito C.N. I_{SC} (A)	109

Tabla 11. Características de las cadenas.

7.6. Total CSFV

La potencia total de la central fotovoltaica será:

FORMACIÓN DEL CAMPO SOLAR		
Bloques	De 2.8 MWp	1
	De 1.2 MW	1
	String en paralelo total	439
	Número total de módulos	12.348
Potencia	Nominal P (MW)	3.68
	Instalada $P_{M\acute{A}X}$ (MW)	4

Tabla 12. Características de potencia total de la planta.

7.7. Plataformas casetas prefabricadas

Las casetas prefabricadas que dispondrá la instalación de la central solar, son:

- 2 para el contenedor del inversor y centro de transformación CT-1&2.
- 1 para el centro de seccionamiento de la CSFV. Los prefabricados se instalarán directamente sobre una excavación realizada en el terreno de las dimensiones que se indican:

Prefabricado	Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)
CT-1	8	2	2
CT-2	8	2	2
CS	2	2	2

Tabla 13. Cimentaciones para prefabricados de hormigón.

Se rellenará de arena 10 cm la cual se nivelará para apoyar directamente la caseta, el hueco de 18 cm se rellenará igualmente con tierra sobrante de la excavación compactada por medios manuales y se establecerá un acerado perimetral de hormigón en masa tipo H-125 de 1 m de ancho y 20 cm de alto, 10 de ellos por encima del terreno.

7.8. Redes de Baja Tensión en Corriente Continua

Las redes de BT de C.C las forman las cadenas, grupos de string que se conectan en paralelo, mediante conductores al aire por la parte trasera de la estructura y paso a enterrados a través de los cuadros de protección de Nivel 2, que discurren hasta los inversores.

7.8.1. Cableado

Los cables serán de las siguientes características

Designación	PV1-F
Conductor	Cobre electrolítico
Flexibilidad	Flexible clase 5
Aislamiento	HEPR, goma tipo EI6/EI8
Cubierta	Doble capa de EVA, compuesto EM4/EM8
Tensión nominal c.a.	0,6/1 kV
Tensión máxima en sistema FV	c.c. hasta 2 kV
Tensión máxima en sistemas de c.a.	0,7/1,2 kV
Tensión máxima en sistemas de c.c.	0,9/1,8 kV
Temperatura ambiente mínima admisible	-40 °C
Temperatura máxima de servicio admisible	120 °C
Temperatura de cortocircuito, máximo 5 seg.	250 °C
Vida útil	10.000 h a 120 °C. 30 años a 90 °C

Tabla 14. Características cables de baja tensión en corriente continua.

Con estos datos y con la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión que nos indica las siguientes intensidades máximas admisibles, se podrán calcular las secciones de los cables de todo el parque. Tras aplicar la normativa, se obtiene la siguiente tabla:

Sección nominal mm ²	Intensidad admisible al aire a 40°C.A	Intensidad admisible enterrada. A
10	51	86
16	68	110
25	86	142
35	107	170
50	131	206
70	167	248
95	203	299
120	236	344
150	269	381
185	307	431
240	367	496
	·Temperatura ambiente en el aire 40°C ·Instalación tipo B1, 2xEPR. Tabla C-52-1 bis de ITC-BT-19-REBT Factor de corrección por agrupación de circuitos. Más de 6 cables juntos. 0.75. Tabla C.52.3 ITC-19	Temperatura máxima del conductor: HEPR 90°C Temperatura del terreno 25°C Profundidad de la instalación 0.7m Resistividad del terreno 1 K·m/W Dos cables unipolares se aumenta en factor de 1.225 la intensidad máxima admisible Tabla 5. ITC-BT-07 del REBT. 0.75 factor de corrección por acumulación de cables en contacto.

Tabla 15. Intensidades máximas admisibles cableado baja tensión de corriente continua.

7.8.2. Cuadros de protección de C.C

Protección de Nivel 1. Cada string se protegerá mediante fusibles de c.c. en cada polo (+) (-) conductor de 15 A. Los calibres de los fusibles en función del número de String que recojan será de la siguiente manera:

Numero strings	Calibre (A)
1	16
2	25
3	35
4	50

5	63
6	80
7	100
8	100
9	125
10	125
11	160
12	160

Tabla 16. Calibres de los fusibles de baja tensión

Protección de Nivel 2. Cada cadena se protegerá mediante un cuadro tipo intemperie, envolvente IP-66, que se instala en el origen de la línea enterrada al inversor, por la parte de atrás de la estructura, plano correspondiente. Canalizaciones de BT de c.c. En el cuadro entran desde 1 a 12 string, según la instalación. Consta de:

- Interruptor general de seccionamiento 1.500 Vdc – 150 A.
- Interruptor diferencial de c.c. 300 mA, clase B 125 A
- Protección contra sobretensiones, varistores clase II por entrada.
- Fusibles tipo gL de calibre

7.9. Red Subterránea MT CT-1 a CT-2 y CS

Como se ha ido explicando, se requiere de una línea de media tensión 20 kV que evacúa la energía del transformador de la Parcela 1 hacia el transformador de la Parcela 2. Para evitar sombras y obstáculos que hagan perder eficiencia en la instalación del parque, se decide realizar una conexión subterránea con una línea de 20 kV que forme el anillo de conexión entre los centros de transformación y el centro de seccionamiento de la compañía para evacuar finalmente toda la energía a la red de distribución, en el punto de conexión autorizado por Iberdrola. Tener en cuenta que la evacuación de esta línea solo afecta al subcampo solar de la Parcela 1 ya que el centro de seccionamiento y transformador del subcampo de las parcelas 2&3 se encuentran debajo del punto de conexión.

7.9.1. Características del cable

Se deben tener en cuenta algunos parámetros para la definición del cable conductor.

Potencia a Evacuar	2.88 MW _p
Tensión asignada de la red	20 kV
Tensión más elevada de la red	24 kV
Categoría de la red	A-B
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración	50 kV
Características mínimas del cable y accesorios	U ₀ 20kV
	U _p 125 kV

Tabla 17. Características cable de MT

Para el cálculo de la sección necesaria se hace referencia a la Norma UNE 2114435, donde entre otras cosas se exponen intensidades admisibles y coeficientes de corrección para el cálculo de esto mismo. Por eso mismo, teniendo en cuenta un cable enterrado de forma directa, con una temperatura de servicio permanente de 90° y temperatura del suelo de 25°, enterrado a 1.25 metros y un terreno de resistividad térmica de 1.5 K·m/W, ya que es la especificación que exige la ITC-LAT-06. Para líneas enterradas con tubo y temperatura del aire ambiente de 40°, se pondrá un tubo de al menos 1.5 veces el diámetro de la sección efectiva del terno de cables unipolares. Con todo ello además se sabe que tiene que evacuar una potencia de 2.88 MW_p a una tensión de 20 kV en trifásico, siendo esto una intensidad de 84 Amperios. Se propone un cable 50 mm².de aluminio con aislamiento HEPRZ1 con intensidad admisible de 135 A.

El cable elegido no supera el 75% de carga en relación a su intensidad admisible, por lo que es óptimo para la instalación. Considerando unas condiciones de dicho cable enterrado a 1.25 metros de profundidad (coeficiente de corrección de 0.98),

temperatura del terreno 25°C y resistividad térmica 1.5 K·m/W, su intensidad admisible es 133 A.

Tipo constructivo	Sección (mm ²) / Material	Intensidad admisible (A)
HEPRZ1	50/ Aluminio	133

Tabla 18. Cable de MT elegido para evacuación del parque

7.9.2. Intensidades de cortocircuito máximas

Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles se calcula con el método de las densidades de corriente.

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

I_{cc} : corriente de cortocircuito en amperios.

S: Sección del conductor.

K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas de inicio y final del cortocircuito.

t_{cc} : duración del cortocircuito.

Se supondrá que las protecciones dispararían la línea en menos de 1 segundo de manera que se toma 0.7 segundo como el tiempo de despeje de la falta siendo así 94 A/mm² en Aluminio, lo cual para una sección de 50 mm² son 5.6 kA como se podrá ver en el documento de cálculos.

7.9.3. Protecciones

Finalmente se instalarán las protecciones adecuadas para cumplir con los siguientes casos:

Protección contra cortocircuitos por medio de fusibles que se elegirán para despejar la falta en menor tiempo de 0.7 segundos como ya se ha establecido.

Protección contra sobretensiones, no solo de las de origen interno sino las de origen atmosférico, como son los rayos, dotando a esta línea de auto válvulas de resistencia variable a tierra que eliminen las tensiones inducidas por estas descargas eléctricas.

7.9.4. Instalación de cables aislados

Cumpliendo con la ITC-LAT 06 Líneas subterráneas con cables aislados, la línea será lo más rectilínea posible y manteniendo los radios de curvatura mínimos para la alargar la vida útil de los propios cables. El cable será un cable directo enterrado con tubo para su protección y para poder proteger un cable de comunicaciones. Será enterrado a 1.25 metros de profundidad, cumpliendo con el reglamento que expone 0.8m hasta la parte más próxima a la superficie. La anchura de la zanja se realizará de 1 metro para el correcto tendido del cable subterráneo por parte de un operario. Sobre el fondo de esta zanja se colocará unos 5 cm de arena de río fina, y se compactará y asentará los laterales de la zanja evitando así el desprendimiento de piedras o tierra en su defecto. De esta misma manera encima del conductor se colocará una capa de 10 cm de arena que sirvan de asentamiento para el cable. Se colocarán encima las protecciones oportunas para evitar la rotura por excavaciones o inspecciones de terceros, así como la señalización en planta del cable y la zanja. Finalmente se realizará el relleno de la zanja con la tierra extraída anteriormente.

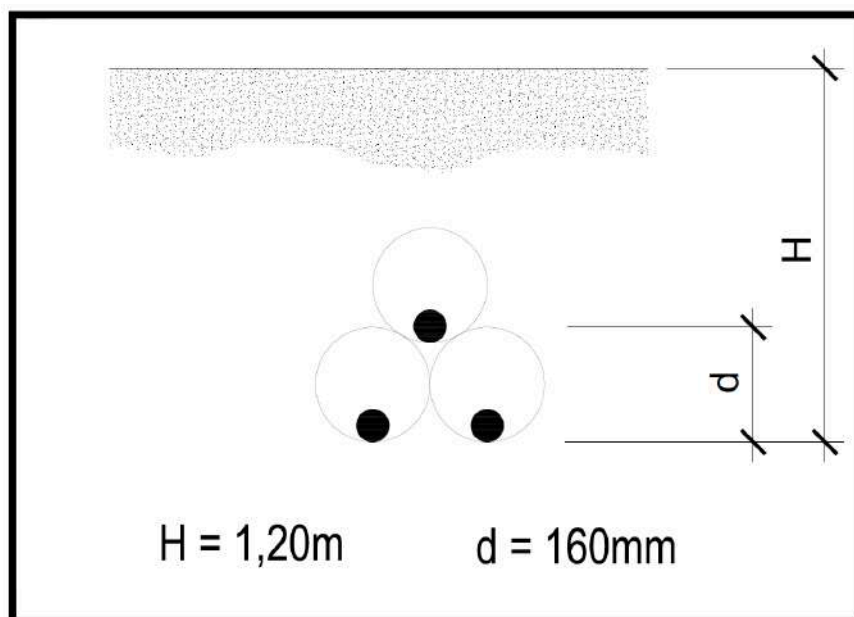


Figura 13. Esquema método enterramiento cable MT

7.9.5. Puesta a tierra

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de PaT vienen reflejadas perfectamente (tensión de paso y tensión de contacto) en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. A la línea de tierra de la PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Celda de alta tensión (en dos puntos).
- Pantalla del cable DHZ1, extremos conexión transformador.

7.10. Centro de seccionamiento

En la CSFV dado que se instalaran 2 inversores y dos CT, las líneas de MT irán independientes hasta un centro de seccionamiento, situado junto al Contenedor del inversor – CT 2.

El edificio será del tipo prefabricado de hormigón. Las características de este tipo de centros son las siguientes:

Estará constituido por una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad, que alojará todos los elementos necesarios. La innecesaria cimentación

y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación. La propia armadura de mallazo electro soldado 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. 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. Los grados de protección serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339. Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

Se corresponderán a la denominación FU-5 de Ormazabal o similar producto de otro fabricante. Tendrá las siguientes características:

Tensión nominal: 20 kV

Tensión más elevada de red: 24 kV

Tensión más baja: 0.4 kV

Tensión soportada I.T.R.: 125 kV

Tensión soportada F.I.: 50 kV

Tipo de instalación: Superficie

Tipo de centro: Prefabricado

Los elementos constitutivos del Centro serán:

Celdas de línea y celda de protección de 20 kV 2 CL + CP + CL de SF6 de Media Tensión Interconexión entre celdas. Instalación de puesta a tierra. Señalización y material de seguridad.



7.10.1. Instalación de puesta a tierra (PaT)

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de PaT vienen reflejadas perfectamente (tensión de paso y tensión de contacto) en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. A la línea de tierra de la PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Celda de alta tensión (en dos puntos).
- Pantalla del cable DHZ1, extremos conexión transformador.

7.10.2. Materiales de seguridad y primeros auxilios

El centro dispondrá de los siguientes elementos de seguridad y primeros auxilios:

- Banqueta aislante.
- Guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras.
- Alumbrado de emergencia.
- Placa de instrucciones para primeros auxilios.

7.11. Servicios Auxiliares

7.11.1. Alumbrado Exterior

La Central solar se dotará de una serie de instalaciones auxiliares para el correcto mantenimiento de la misma que se conectaran a los transformadores de servicios auxiliares existentes en los contenedores inversores - CT en la planta utilizando para ello un cuadro general de protección separando dos circuitos:

- Alumbrado perimetral.
- Alimentación a los sistemas de seguridad.
- Previamente a la instalación de las columnas se realizara un replanteo para cumplir dos objetivos:

- Minimizar en lo posible el impacto de las sombras de las columnas en los paneles fotovoltaicos.
- Utilizar las propias columnas para colocar las cámaras del sistema de seguridad.

La instalación de alumbrado exterior perimetral contará con los siguientes elementos:

- Columna galvanizada de 4 m de altura con, puerta de registro y placa base, incluso toma de tierra, cableado interior con manguera de 3 x 2,5 mm² y caja de registro estanca. Y una luminaria de óptica cerrada con lámpara VSAP 150 W.

Para el cálculo de la sección de los distintos circuitos de alumbrado se empleará un factor de mayoración de 1,8 para el alumbrado de descarga.

La puesta a tierra se realizará en cada punto de luz mediante pica de toma de tierra, uniéndose las distintas tomas de tierra mediante el conductor de 16 mm² Cu que acompaña a cada línea de distribución de alumbrado.

Se emplearán interruptores magnetotérmicos para la protección frente a sobrecargas y cortocircuitos de los distintos circuitos.

El alumbrado esta siempre apagado encendiéndose de manera manual cuando se precise y de “modo sorpresivo”, mandado por el sistema de seguridad anti intrusismo.

7.11.2. Sistema de seguridad

Se dotara a la CSFV de un sistema de seguridad basado en cámaras termografías instaladas perimetralmente y que cubran todas las instalaciones. Las cámaras y todos los elementos del sistema se alimentaran de los circuitos de SS.AA. de los contenedores de inversores – CT. Comunicación tanto por TCP/IP como por GSM/GPRS con una central receptora de alarmas.

7.11.3. Monitorización

Para establecer un control sobre la operación de la instalación solar se utilizara la aplicación de monitorización de los inversores que deberá ser suministrado por el fabricante de los mismos.

La propiedad puede, así mismo, encargar la monitorización de las cadenas y hasta los string, para optimizar la rentabilidad conociendo en tiempo real los datos de cada uno de los mismos que componen la instalación fotovoltaica, en cuyo caso el sistema de monitorización debe tener las siguientes características:

Se instalaran dos centrales meteorológicas para la medición continua en tiempo real de radiación, y temperatura ambiente, como mínimo.

Control de todos los strings o cadenas para la detección inmediata de fallo y su localización dentro de la instalación.

Obtener datos en tiempo real de intensidad , tensión y potencia, con alarma en caso de situarse por debajo del rango establecido.

Calculo de la eficiencia del string o de la cadena. Calculo de la eficiencia CC/CA para obtener rendimientos del inversor.

Registro total de datos para eventos y mantener un historial de planta para el estudio y análisis de los datos de cara a la productividad.

Transmisión de datos mediante RS-485 o similar.

Temperatura de funcionamiento de todos los elementos entre -25 °C y 60°C
Posibilidad de introducir en el sistema otras variables como temperatura de placa, irradiación, velocidad de viento, dirección, etc.

Se tiene que aportar una solución para descarga automática de datos y acceso al sistema a través de redes de tipo Ethernet.

8. Normativa vigente

Como ya se ha expuesto en el Capítulo 1, la actividad objetivo a realizar es la de producción de energía eléctrica a través de la radiación solar, recurso renovable y no emisor de ninguna contaminación, ni emisiones GEI, ni emisiones subterráneas que puedan contaminar el suelo ni los acuíferos, sin tener en cuenta el impacto visual que la instalación puede plantear. Para esto se realizará el Estudio de Impacto Ambiental preceptivo, si aplicara.

La instalación que se pretende ejecutar, está totalmente contemplada dentro de:

- Decreto 80/2007, por el que se regulan los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica a tramitar por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y su régimen de revisión e inspección.
- Decreto 34/2017, por el que se modifica el Decreto 80/2007, por el que se regulan los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica a tramitar por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y su régimen de revisión e inspección.

Ya que se ajustan totalmente a su objeto (en aquellos apartados que nos son de aplicación):

Art. 1a) Teniendo por objeto establecer los procedimientos administrativos aplicables a las autorizaciones administrativas para la ejecución, explotación de instalaciones de producción de energía eléctrica que sean competencia de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Art. 2 Se aplicará a instalaciones que cumplan lo siguiente:

- a) Que las instalaciones estén radicadas en el territorio de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.*
- b) Que su aprovechamiento no afecte a otras Comunidades Autónomas.*
- c) Instalaciones de conexión de centrales de generación.*

Art. 3 Las instalaciones se dividen en los siguiente grupos, siendo en el caso de este proyecto, perteneciente al grupo primero.

- a) Grupo primero: Instalaciones, o modificaciones de estas, en las que se solicite la declaración de utilidad pública o estuvieran sujetas a evaluación de impacto ambiental ordinaria.*
- b) Grupo segundo: Instalaciones o modificaciones de estas, si no se solicitara la declaración de utilidad pública y no estuvieran sujetas a evaluación de impacto ambiental ordinaria.*
- c) Grupo tercero: Instalaciones temporales*

Art. 7 Los titulares de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica podrán solicitar de la Dirección General competente en materia de energía la aprobación de proyectos-tipo aplicables a instalaciones eléctricas de carácter repetitivo, para lo que deberán presentar la correspondiente solicitud acompañada de siete ejemplares del proyecto (uno para la Dirección General de Energía, uno para cada Delegación Provincial competente en materia de energía y uno para el interesado).

8.1. Legislación Eléctrica

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación.
- Real Decreto 1.955/2000 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.
- Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Industria, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión Instrucciones Complementarias ITC BT 01 a 51. Guía Técnica de aplicación del REBT.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Orden ITU/1976/2017, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.

8.2. Legislación Medioambiental

- Ley 4 /2007 de 8 de marzo de Evaluación Ambiental en Castilla-La Mancha.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto 178/2002, de 17 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Evaluación del Impacto Ambiental de Castilla-La Mancha, y se adaptan sus Anexos.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

8.3. Legislación sobre patrimonio histórico

- Ley de Castilla-La Mancha 4/1990, de 30 de mayo, del Patrimonio Histórico de Castilla-La Mancha y disposiciones que la desarrollan.



8.4. Legislación sobre carreteras

- Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de carreteras y caminos de Castilla-La Mancha.
- Decreto 1/2015, de 22 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de carreteras y caminos de Castilla-La Mancha.

8.5. Legislación sobre obra civil y estructuras

- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación y disposiciones que la desarrollan.
- R. Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

8.6. Legislación sobre infraestructuras de servicios

- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos.

8.7. Legislación sobre el dominio público hidráulico

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

8.8. Legislación Urbanística

- Decreto Legislativo 1/2010, de 18 de mayo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Decreto 242/2004, de 27 de julio, por el que se aprueba el reglamento de suelo rustico. Que dice:

Art.7 Derechos de los propietarios.

Los propietarios de suelo rústico tienen derecho al uso, disfrute y explotación normales de la finca a tenor de su situación, características objetivas y destino, siempre que sean conformes o, en todo caso, no incompatibles con la legislación territorial y urbanística, las determinaciones del planeamiento y con la legislación que le sea aplicable por razón de su naturaleza, situación y características.

Art.8 Deberes de los propietarios de suelo rústico.

Realizar el uso y la explotación de forma que no se produzca contaminación indebida de la tierra, el agua y el aire, ni tengan lugar inmisiones ilegítimas bienes de terceros.

Art.11 Usos, actividades y actos que pueden realizarse en suelo rústico de reserva.

3. Usos dotacionales de titularidad pública

Obras e instalaciones requeridas por las infraestructuras y servicios públicos de titularidad pública, estatal, autonómica o local siempre que precisen localizarse en el suelo rústico. En particular:

- a) Elementos fijos pertenecientes al sistema viario de comunicaciones y de transportes en todas sus modalidades.
- b) Elementos pertenecientes al ciclo hidráulico, incluida la captación y las redes de abastecimiento, saneamiento, depuración, vertido y reutilización de aguas residuales.
- c) Elementos pertenecientes al sistema energético en todas sus modalidades, incluida la generación, redes de transporte y distribución.

Art.15 El contenido y alcance de los usos, las actividades y construcciones permisibles o autorizadas.

En los usos y actividades que se legitimen y autoricen en suelo rústico, así como en las construcciones e instalaciones que les deban otorgar soporte, se entenderán siempre incluidos cuantos de carácter accesorio sean imprescindibles de acuerdo con la legislación de seguridad, protección civil, laboral o sectorial que sea de pertinente aplicación.

- Orden de 31 de marzo de 2003, de la Consejería de Obras Públicas, por la que se aprueba de Instrucción Técnica de Planeamiento sobre determinados requisitos sustantivos que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones en suelo rústico.

8.9. Legislación sobre la actividad

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y disposiciones que la desarrollan.
- Real Decreto. 2667/2004, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales

8.10. Legislación sobre Seguridad y Salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y disposiciones que la desarrollan.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- 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.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

8.11. Otro Normativa obligatoria:

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y Instrucciones Técnicas complementarias.
- Real Decreto 1995/2000 de 1 de Diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y Procedimientos de Autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Circular 1/2017, de 8 de febrero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, que regula la solicitud de información y el procedimiento de liquidación, facturación y pago del régimen retributivo específico de las instalaciones de producción de energía eléctricas a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Decreto de 12 de Marzo de 1954, del Ministerio de Industria, por lo que se aprueba el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y regularidad en el suministro de Energía (B.O.E. del 15-04-54).
- Real Decreto 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.

- 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.
- Orden de 6 de Julio de 1984, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, denominadas MIE-RAT (BOE del 01-08-84).
- Orden de 5 de Septiembre de 1985, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se establecen Normas administrativas y técnicas para Funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE del 12- 09-85).
- Real Decreto 1.075 / 1986, de 2 de Mayo, de la Presidencia del Gobierno, por lo que se establecen normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este Servicio (B.O.E. del 06-06-86).
- UNE-EN 61173: 98 "Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productoras de energía. Guía. "
- UNE-EN 61727: 96 "Sistemas fotovoltaicos. Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica. "
- PNE-EN 5030-1 "Convertidores fotovoltaicos de semiconductores. Parte 1: Interfaz de protección interactivo libro de falso de compañías eléctricas para convertidores conmutados FOTOVOLTAICO-red. Calificación de diseño y aprobación de tipo. "(B.O.E. 11/05/99).
- PNE-EN 61227. "Sistemas fotovoltaicos terrestres generadoras de potencia. Generalidades y guía ".
- "Orden 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales"
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

9. Marco Jurídico y Fiscal

El marco legal que regula la producción de energía fotovoltaica es el *Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos*. En él se expone el siguiente estado de arte que pone de manifiesto la necesidad de este tipo de instalaciones. La sociedad española actual, en el contexto de la reducción de la dependencia energética exterior, de un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles y de una mayor sensibilización ambiental, demanda cada vez más la utilización de las energía renovables y la eficiencia en la generación de electricidad, como principios básicos para conseguir un desarrollo sostenible desde un punto de vista económico, social y ambiental.

Además, la política energética nacional debe posibilitar, mediante la búsqueda de la eficiencia energética en la generación de electricidad y la utilización de fuentes de energía renovables, la reducción de gases de efecto invernadero de acuerdo con los compromisos adquiridos con la firma del protocolo de Kyoto. Con todo esto el Real Decreto establece la normativa necesaria para esta actividad de producción en régimen especial.

Reconoce la figura del productor de energía eléctrica a partir de energías limpias o renovables, y establece la obligatoriedad de las compañías eléctricas distribuidoras para comprar la electricidad producida. Según el Real Decreto se trata de una instalación de generación energética del Subgrupo b.1.1. que son instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica. A continuación se expresan algunos artículos aplicables a este proyecto.

Art.17. Derechos de los productores en régimen especial:

- a) Conectar en paralelo grupos de generadores en la red de la compañía eléctrica distribuidora.*
- b) Transferir el sistema a través de la compañía eléctrica distribuidora o de transporte su producción excedentes de energía, siempre que técnicamente sea posible su absorción por la red.*



- c) Percibir por su producción o excedentes de energía la retribución prevista en el régimen económico de este Real Decreto.*

Art.19 Obligaciones de los productores en régimen especial

- a) Entregar y recibir energía en condiciones adecuadas, de forma que no causen anomalías en el normal funcionamiento del sistema.*
- b) Ser inscritas en la sección según del Registro administrativo de instalaciones de producción eléctrica a la que se refiere el artículo 21.4 de la ley 54/1997, de 27 de noviembre, dependiente del Ministerio de Industria.*



10. Diagrama de Gantt, fases de construcción

Mes			1				2				3				4				5				6				7				8				
Departamento	Concepto	Detalle	0/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Ingeniería	Proyecto	-																																	
	Licencias y Tasas de Proyecto de Ejecución	Licencias y Tasas de Proyecto de Ejecución																																	
Obra Civil	Preparación del terreno	Desbrozado de las parcelas																																	
		Pequeño movimiento de tierras																																	
		Compactado del terreno																																	
	Replanteo Topográfico	Tendido del trazado de las Estructuras																																	
	Seguridad y Salud	-																																	
	Infraestructuras interiores	Construcción de viales																																	
	Zanjas	Excavación de zanjas																																	
	Pozos para Plataformas	Excavación de plataformas																																	
	Hormigonado Plataformas	Relleno de arena y hormigón con un pequeño armado																																	
	Vallado Exterior	Colocación de postes																																	
		Tendido del vallado																																	
		Colocación de puertas de																																	



Tabla 19. Diagrama de Gantt. Fases de construcción.



11. Conclusiones

De acuerdo con todo lo que se ha descrito en el presente proyecto y considerando que:

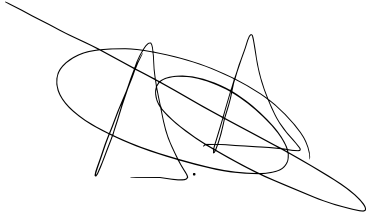
- La finca donde se pretende instalar la planta de paneles fotovoltaicos no se encuentra incluida dentro de ningún plan de protección.
- Que es una finca en situación de abandono de todo tipo de cultivo, por lo tanto degradada. - que no está demasiado afectado por la fauna, ni hay presencia de especies vegetales a conservar.
- Las placas tendrán una baja silueta, la altura máxima será de 2.7 m., Pero con un espacio libre de 50 cm; esto permitirá que pade una guarda de ovejas, pasando por debajo y evitando el uso de herbicidas
- No se utilizarán anclajes de hormigón; las estructuras se clavarán directamente en el suelo
- Todas las infraestructuras auxiliares irán enterradas, evitando los impactos sobre la vegetación y paisaje y las posibilidades de colisión de las aves
- Se aprovechan al máximo los viales existentes y los pocos que se crean, son de tierra (sin hormigón o asfalto)
- Los residuos que se creen durante la obra, serán retirados a vertedero controlado
- Realmente, no se hacen movimiento de tierras, sólo el reacondicionamiento de la capa vegetal
- Que hay un ahorro anual considerable, de las emisiones de gases y en especial de CO₂ (que tanto afecta a la capa de ozono)

Todo ello debidamente documentado en el Estudio de I.A. anexo, y que el peticionario está dispuesto a realizar todas aquellas medidas correctoras y modificaciones que se consideren convenientes por parte de los Organismos

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

competentes, al tiempo quedó a su disposición para aclarar o ampliar los datos que crean oportunas para la tramitación de este expediente.

SE CONSIDERA que este proyecto cumple todos los requisito para ser
AUTORIZADO



Antonio Aparicio Sáez-Bravo

Madrid, Junio de 2018



DOCUMENTO II. CÁLCULOS

1. REDES DE BAJA TENSIÓN DE CORRIENTE CONTINUA	2
1.1. CABLEADO.....	2
1.2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE REDES DE C.C. DE BAJA TENSIÓN	3
2. CÁLCULOS DE LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN DE 20 KV	27
3. CÁLCULOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	30
3.1. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE LA CSFV	30
3.2. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES.....	31
3.3. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TIERRAS DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO	31

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Intensidades máximas admisibles</i>	4
<i>Tabla 2. Cálculo secciones distribución en Baja Tensión de Corriente Continua</i>	26
<i>Tabla 3. Características generales de línea de evacuación.</i>	27
<i>Tabla 4. Cable línea de evacuación</i>	28



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 6	Caja 1º-7	9.100	1036	9,78	2,16	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 7	Caja 1º-7	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-7		63.700	1036	63,46	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-8	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-8		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-9	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-9		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)										
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300	
Caja 1º-5		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	11,67	0,25%	16	0,18%	68,25	SI	0	0	166,8	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-6	9.100	1036	9,78	2,16	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0	0
String 7	Caja 1º-6	9.100	1036	10,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-6		63.700	1036	64,46	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	11,67	0,25%	16	0,18%	68,25	SI	0	0	166,8	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-7	9.100	1036	9,78	2,16	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-7		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 6	Caja 1º-8	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-8		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-9	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-9		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-10	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-10		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 6	Caja 1º-11	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-11		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-12	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-12		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 2º-2		646.100	12432	636,38	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	0,42	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-1		45.500	1036	43,9	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 4	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-2	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-2		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-3	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-3		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	9,79	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	140	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-4	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-4		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 4	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-5	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-5		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-6	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-6		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	11,67	0,25%	16	0,18%	68,25	SI	0	0	166,8	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-7	9.100	1036	9,78	2,16	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 7	Caja 1º-7	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-7		63.700	1036	63,46	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0



MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 3	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-8	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-8		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-9	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-9		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-10	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-10		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 3	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-11	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-11		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-12	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-12		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 2º-3		600.600	11396	590,48	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-1	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-1		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 2	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-2	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-2		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-3	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-3		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	9,79	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	140	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-4	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-4		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 2	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-5	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-5		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-6	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-6		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	11,67	0,25%	16	0,18%	68,25	SI	0	0	166,8	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-7	9.100	1036	9,78	2,16	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 7	Caja 1º-7	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-7		63.700	1036	63,46	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 1	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-8	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-8		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-9	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-9		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-10	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-10	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-10		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 1	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-11	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-11	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-11		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-12	9.100	1036	8,78	0,42	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-12		36.400	1036	35,12	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 2º-4		609.700	11396	600,26	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-1	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-1	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-1		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 1	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-2	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-2	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-2		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-3	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-3	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-3		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	9,79	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	140	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-4	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-4	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-4		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 1	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-5	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-5	9.100	1036	9,78	0,00	100,25%	11	0,01%	51	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-5		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	9,72	0,25%	10	0,24%	51	SI	0	139	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	7,78	0,25%	10	0,19%	51	SI	0	111,2	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 5	Caja 1º-6	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 6	Caja 1º-6	9.100	1036	9,78	0,47	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-6		54.600	1036	53,68	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-7	9.100	1036	8,78	0,42	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-7		36.400	1036	35,12	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
String 3	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-8	9.100	1036	8,78	0,42	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-8		36.400	1036	35,12	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
String 1	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	5,83	0,25%	10	0,15%	51	SI	0	83,4	0	0	0	0	0	0	0
String 2	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	3,89	0,25%	10	0,10%	51	SI	0	55,6	0	0	0	0	0	0	0
String 3	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	1,94	0,25%	10	0,05%	51	SI	0	27,74	0	0	0	0	0	0	0
String 4	Caja 1º-9	9.100	1036	8,78	0,42	0,25%	10	0,01%	51	SI	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-9		36.400	1036	35,12	-	-	-	-	-	-									
Caja 2º-5		436.800	1036	427,44	-	-	-	-	-	-									
Caja 1º-1	Caja 2º-1	54.600	1036	52,7	67,35	0,50%	70	0,48%	167,25	SI	0	0	0	0	0	320,88	0	0	0
Caja 1º-2	Caja 2º-1	45.500	1036	43,9	31,80	0,50%	35	0,45%	107,25	SI	0	0	0	0	181,8	0	0	0	0
Caja 1º-3	Caja 2º-1	54.600	1036	52,7	68,93	0,50%	70	0,49%	167,25	SI	0	0	0	0	0	328,42	0	0	0
Caja 1º-4	Caja 2º-1	45.500	1036	43,9	27,15	0,50%	35	0,39%	107,25	SI	0	0	0	0	155,22	0	0	0	0
Caja 1º-5	Caja 2º-1	27.300	1036	26,4	9,99	0,50%	16	0,31%	68,25	SI	0	0	95,22	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-6	Caja 2º-1	54.600	1036	52,7	48,99	0,50%	50	0,49%	130,5	SI	0	0	0	0	233,4	0	0	0	0
Caja 1º-7	Caja 2º-1	63.700	1036	61,5	14,10	0,50%	25	0,28%	86,25	SI	0	0	0	57,6	0	0	0	0	0
Caja 1º-8	Caja 2º-1	54.600	1036	52,7	28,92	0,50%	35	0,41%	107,25	SI	0	0	0	0	137,8	0	0	0	0
Caja 1º-9	Caja 2º-1	54.600	1036	52,7	2,93	0,50%	16	0,09%	68,25	SI	0	0	14	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-10	Caja 2º-1	54.600	1036	52,7	14,2	0,50%	25	0,28%	86,25	SI	0	0	0	67,8	0	0	0	0	0
Caja 1º-11	Caja 2º-1	36.400	1036	35,1	7,64	0,50%	10	0,38%	51	SI	0	54,6	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
Caja 1º-1	Caja 2º-2	36.400	1036	35,1	45,90	0,50%	50	0,46%	130,5 SI	0	0	0	0	0	328	0	0	0	0
Caja 1º-2	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	49,95	0,50%	50	0,50%	130,5 SI	0	0	0	0	0	238	0	0	0	0
Caja 1º-3	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	36,65	0,50%	50	0,37%	130,5 SI	0	0	0	0	0	174,6	0	0	0	0
Caja 1º-4	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	57,64	0,50%	70	0,41%	167,25 SI	0	0	0	0	0	0	274,6	0	0	0
Caja 1º-5	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	22,04	0,50%	25	0,44%	86,25 SI	0	0	0	105	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-6	Caja 2º-2	63.700	1036	61,5	45,55	0,50%	50	0,46%	130,5 SI	0	0	0	0	0	186	0	0	0	0
Caja 1º-7	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	3,77	0,50%	16	0,12%	68,25 SI	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-8	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	43,57	0,50%	50	0,44%	130,5 SI	0	0	0	0	0	207,6	0	0	0	0
Caja 1º-9	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	8,39	0,50%	16	0,26%	68,25 SI	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-10	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	2,62	0,50%	16	0,08%	68,25 SI	0	0	12,5	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-11	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	12,95	0,50%	16	0,40%	68,25 SI	0	0	61,72	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-12	Caja 2º-2	54.600	1036	52,7	13,68	0,50%	16	0,43%	68,25 SI	0	0	65,2	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-1	Caja 2º-3	45.500	1036	43,9	44,95	0,50%	50	0,45%	130,5 SI	0	0	0	0	0	257	0	0	0	0
Caja 1º-2	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	34,21	0,50%	35	0,49%	107,25 SI	0	0	0	0	163	0	0	0	0	0
Caja 1º-3	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	19,22	0,50%	25	0,38%	86,25 SI	0	0	0	91,6	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-4	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	18,32	0,50%	25	0,37%	86,25 SI	0	0	0	87,3	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-5	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	41,01	0,50%	50	0,41%	130,5 SI	0	0	0	0	0	195,4	0	0	0	0
Caja 1º-6	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	54,34	0,50%	70	0,39%	167,25 SI	0	0	0	0	0	0	258,9	0	0	0
Caja 1º-7	Caja 2º-3	63.700	1036	61,5	27,23	0,50%	35	0,39%	107,25 SI	0	0	0	0	111,2	0	0	0	0	0
Caja 1º-8	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	22,79	0,50%	25	0,46%	86,25 SI	0	0	0	108,6	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-9	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	21,70	0,50%	25	0,43%	86,25 SI	0	0	0	103,4	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)									
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300
Caja 1º-10	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	12,04	0,50%	16	0,38%	68,25 SI	0	0	57,4	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-11	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	11,41	0,50%	16	0,36%	68,25 SI	0	0	54,4	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-12	Caja 2º-3	54.600	1036	52,7	46,93	0,50%	50	0,47%	130,5 SI	0	0	0	0	0	223,6	0	0	0	0
Caja 1º-1	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	16,33	0,50%	25	0,33%	86,25 SI	0	0	0	77,8	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-2	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	4,61	0,50%	16	0,14%	68,25 SI	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-3	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	7,09	0,50%	16	0,22%	68,25 SI	0	0	33,8	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-4	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	4,49	0,50%	16	0,14%	68,25 SI	0	0	21,4	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-5	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	30,81	0,50%	35	0,44%	107,25 SI	0	0	0	0	146,8	0	0	0	0	0
Caja 1º-6	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	62,84	0,50%	70	0,45%	167,25 SI	0	0	0	0	0	0	299,4	0	0	0
Caja 1º-7	Caja 2º-4	63.700	1036	61,5	77,14	0,50%	95	0,41%	203,25 SI	0	0	0	0	0	0	0	315	0	0
Caja 1º-8	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	63,51	0,50%	70	0,45%	167,25 SI	0	0	0	0	0	0	302,6	0	0	0
Caja 1º-9	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	28,69	0,50%	35	0,41%	107,25 SI	0	0	0	0	136,7	0	0	0	0	0
Caja 1º-10	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	25,48	0,50%	35	0,36%	107,25 SI	0	0	0	0	121,4	0	0	0	0	0
Caja 1º-11	Caja 2º-4	54.600	1036	52,7	14,98	0,50%	16	0,47%	68,25 SI	0	0	71,4	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-12	Caja 2º-4	36.400	1036	35,1	10,35	0,50%	16	0,32%	68,25 SI	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-1	Caja 2º-5	54.600	1036	52,7	71,49	0,50%	95	0,38%	203,25 SI	0	0	0	0	0	0	0	340,6	0	0
Caja 1º-2	Caja 2º-5	54.600	1036	52,7	68,55	0,50%	70	0,49%	167,25 SI	0	0	0	0	0	0	326,6	0	0	0
Caja 1º-3	Caja 2º-5	54.600	1036	52,7	33,54	0,50%	35	0,48%	107,25 SI	0	0	0	0	159,8	0	0	0	0	0
Caja 1º-4	Caja 2º-5	54.600	1036	52,7	37,78	0,50%	50	0,38%	130,5 SI	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0
Caja 1º-5	Caja 2º-5	54.600	1036	52,7	25,18	0,50%	35	0,36%	107,25 SI	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0
Caja 1º-6	Caja 2º-5	54.600	1036	52,7	2,68	0,50%	16	0,08%	68,25 SI	0	0	12,8	0	0	0	0	0	0	0



Desde	Hasta	P. W	Ten. V	In. A	Sección Calculada mm2	Caída de tensión	Sección Final mm2	Caída de tensión	Intensidad Admisible. (A)	Longitud de los Circuitos (m)										
										6	10	16	25	35	50	70	95	240	300	
Caja 1º-7	Caja 2º-5	36.400	1036	35,1	10,46	0,50%	16	0,33%	68,25	SI	0	0	74,8	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-8	Caja 2º-5	36.400	1036	35,1	2,46	0,50%	10	0,12%	51	SI	0	17,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 1º-9	Caja 2º-5	36.400	1036	35,1	2,23	0,50%	10	0,11%	51	SI	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Caja 2º-1	Inversor	546.000	1036	527,0	292,69	1,60%	300	1,56%	700	SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	446,2
Caja 2º-2	Inversor	646.100	1036	623,6	230,56	0,55%	240	0,53%	661	SI	0	0	0	0	0	0	0	102,1	0	
Caja 2º-3	Inversor	655.200	1036	632,4	15,21	0,50%	240	0,03%	661	SI	0	0	0	0	0	0	0	6,04	0	
Caja 2º-4	Inversor	646.100	1036	623,6	17,43	0,50%	240	0,04%	661	SI	0	0	0	0	0	0	0	7,02	0	
Caja 2º-5	Inversor	436.800	1036	421,6	120,23	0,50%	240	0,25%	661	SI	0	0	0	0	0	0	0	71,6	0	
Inversor		2.930.200	1036	2828,4						TOTAL	0	21429,64	1562,64	699,1	1433,72	2223,6	2111,4	655,6	186,76	446,2

Tabla 2. Cálculo secciones distribución en Baja Tensión de Corriente Continua

2. Cálculos de las líneas de media tensión de 20 kV

Los cálculos se realizan sobre una línea proyectada, que puede verse en el plano correspondiente. Dicha líneas son en ejecución enterrada por lo que no hay cálculos mecánicos. Se requiere de una línea de media tensión 20 kV que evacúe la energía del transformador de la parcela de Lagartera hacia el centro de seccionamiento de la Parcela 1&2 del término municipal de Oropesa de Toledo. Para evitar impacto en los terrenos y para darle carácter temporal, así como por la menor afección visual de la línea, se decide realizar una conexión subterránea con una línea de 20 kV que forme el anillo de conexión entre los centros de transformación y el centro de seccionamiento de la compañía para evacuar finalmente toda la energía a la red de distribución, en el punto de conexión autorizado por Iberdrola. El trazado de la línea se puede consultar en el apartado Anexo Planos.

Se deben tener en cuenta algunos parámetros para la definición del cable conductor.

Potencia a Evacuar	2.88 MWp
Tensión asignada de la red	20 kV
Tensión más elevada de la red	24 kV
Categoría de la red	A-B
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración	50 kV
Características mínimas del cable y accesorios	U_0 20kV
	U_p 125 kV

Tabla 3. Características generales de línea de evacuación.

Para el cálculo de la sección necesaria se hace referencia a la Norma UNE 2114435, donde entre otras cosas se exponen intensidades admisibles y coeficientes de corrección

para el cálculo de esto mismo. Estos factores tendrán en cuenta un cable enterrado de forma directa, con una temperatura de servicio permanente de 90° y temperatura del suelo de 25°, enterrado a 1.3 metros y un terreno de resistividad térmica de 1.5 K·m/W ya que es la especificación que exige el ITC.LAT 06 para líneas enterradas con tubo y temperatura del aire ambiente de 40°, siendo el tubo de al menos 1.5 veces el diámetro de la sección efectiva del terno de cables unipolares. Con todo ello, para evacuar una potencia de 3 MWp a una tensión de 20 kV en trifásico, es decir, una intensidad de 87 Amperios, se ha propuesto un cable de sección 50 mm².de aluminio tipo HEPRZ1.

El cable elegido no supera el 75% de carga en relación a su intensidad admisible, por lo que es óptimo para la instalación. Considerando unas condiciones de dicho cable enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno 25°C y resistividad térmica 1.5 K·m/W, su intensidad admisible es 135 A.

Tipo constructivo	Sección (mm ²) / Material	Intensidad admisible. (A)
HEPRZ1	50 / Aluminio	135

Tabla 4. Cable línea de evacuación

COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD

La intensidad nominal se calcula por la fórmula:

$$I_n(A) = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U_L}$$

Siendo:

S_n Potencia aparente a transportar en kVA

U_L Tensión compuesta en kV = 20

$$I_n = \frac{3.000.000}{\sqrt{3} * 20.000} = 86.66 A$$

CAÍDA DE TENSION

La caída de tensión se calcula por las formulas:

$$\Delta U(V) = \sqrt{3} * I * L * (R * \cos\phi + X \sin\phi)$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V)}{U(V)}$$

ΔU Caída de tensión en V o en %

I Intensidad nominal en A

L Longitud de la línea en km

R Resistencia a 90°C en Ω/km . Resistividad 90°C=0.0362. Al 50 mm² = 0,724.

X Reactancia 50 Hz en Ω/km . Al 50 mm² = 0,2.

$\cos \phi$ Factor de potencia = 0,9

U Tensión compuesta en kV = 20

$$\Delta U(V) = 33,4 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{33,4}{20.000} = 0,16\%$$

COMPROBACIÓN DE CORTOCIRCUITOS

Los datos proporcionados por la Compañía suministradora para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito son:

Potencia de cortocircuito: 100 MVA

Duración del cortocircuito: 0,7 seg

$$I_{ccp}(kA) = \frac{P_{cc}(MVA)}{U(kV)} = 5,003 \text{ kA}$$

Cálculo de la intensidad de corriente máxima admisible en los conductores. La intensidad máxima de cortocircuito en los conductores se calculará de acuerdo con la norma UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las densidades de corriente que se indica a continuación. Estas intensidades de corriente se calculan de acuerdo con las temperaturas especificadas para conductores aislados con Etileno Propileno de alto módulo (HEPR). Se considera como temperatura inicial la asignada al conductor para servicio permanente 105 °C, y como temperatura final la máxima asignada al conductor para cortocircuitos de duración inferior a 5 segundos 250 °C. En el cálculo se ha

considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones:

$$\frac{I_{cc}(A)}{S(mm^2)} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Siendo:

I_{cc} Corriente de cortocircuito en amperios

S Sección del conductor en mm²

K Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito. Coincide con el valor de densidad de corriente para t_{cc} igual a 0.7s, para el tipo de aislamiento del cable. Para el HEPR con conductores de aluminio su valor es 94 A/mm²

t_{cc} Duración del cortocircuito en segundos 1 seg

Por tanto la corriente de cortocircuito máxima admisible en los conductores para el tiempo de despeje proporcionado por la compañía es:

Para conductores 3 x (1 x 50 mm²) Al I_{cc} = 5,617 kA > 5,003 kA

3. Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra

3.1. Resistencia de puesta a tierra de la CSFV

Se pondrá a tierra todas las masas metálicas que puedan entrar en tensión por fallos de la instalación de BT, tanto de c.c. como de c.a. Principalmente estructura metálica de sustentación de módulos, vallados, báculos, etc. El valor será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto de un valor superior a 24V.

Cada circuito llevará una protección con interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad por lo que la resistencia más desfavorable no podrá ser superior al valor dado por:

$$R_{max} = 24 / 0,3 = 80\Omega$$

3.2. Tensiones de paso y contacto máximas admisibles

Los CT y el centro de seccionamiento, se pondrán a tierra las masas metálicas en la tierra de protección y los neutros en la tierra de servicio, mediante tierras independientes

Tensión de paso:

$$V_p = \frac{10K}{t^n} * (1 + \frac{6Ps}{1000})$$

Tensión de contacto:

$$V_c = \frac{K}{t^n} * (1 + \frac{1,5*Ps}{1000})$$

I_d = Intensidad máxima de defecto = 300 A. Dato facilitado por la Compañía distribuidora.

t = Tiempo de duración del defecto = 0,7 seg. Dato facilitado por la Compañía distribuidora.

K = 72. Según normativa para los valores anteriores.

n = 1. Según normativa para los valores anteriores.

P_s = Resistividad del terreno = 150 Ω m

Resultando:

$$V_p = 1.954 \text{ V}$$

$$V_c = 36 \text{ V}$$

Una vez realizadas las PaT se medirán los valores de la tensión de paso y de contacto no pudiendo superar los valores anteriores.

3.3. Distancia mínima entre tierras de protección y de servicio

Con objeto de garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

En este caso es imprescindible mantener esta separación, ya que debe evitarse que la tensión de defecto en el electrodo de protección transmita al de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 1000 V.

La distancia D mínima de separación entre ambos electrodos de protección y de servicio, para no sobrepasar los 1000 V de tensión transferida puede calcularse mediante la fórmula:

$$D \geq \frac{\rho * Id}{2000 * \pi}$$

Siendo:

ρ =: resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$] = 150

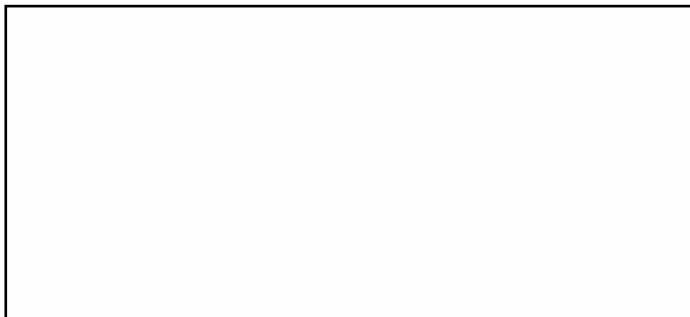
I_d =: intensidad de defecto [A] = 300

D:= distancia mínima de separación [m] = 7,16 m



DOCUMENTO III. CONFORMIDAD DE IBERDROLA AL ACCESO

1. CONFORMIDAD DE IBERDROLA AL ACCESO.....	2
---	----------



Fecha: 11/04/2017

Referencia: 9034802625

Asunto: Solicitud de punto de conexión para

Potencia nominal: 4.000,000kW

Localización: Plgo SEIS LAGARTERA - TOLEDO

Muy Sres. nuestros:

En relación con el asunto de referencia, les adjuntamos la siguiente documentación, en la que se indica las condiciones en la que será atendida su solicitud:

- | | |
|---|--|
| ✓ Propuesta Técnica | En la que se fijan las condiciones de acceso, así como documentación a aportar para considerar el punto de acceso definitivo. |
| ✓ Informe de punto de conexión | Que especifica el punto de conexión, condiciones técnicas y desarrollos necesarios para su viabilidad. |
| ✓ Planos | Planos relativos a la solicitud (punto de conexión, infraestructura eléctrica a realizar, detalle instalaciones existentes, etc.) |
| ✓ Anexo de Especificaciones Técnico Administrativas para obras ejecutadas por el solicitante | Que recoge las condiciones para la realización de la infraestructura eléctrica por el solicitante en caso de que sea cedida a la empresa distribuidora.  |
| ✓ Anexo de Especificaciones Técnico Administrativas para obras ejecutadas por la empresa distribuidora | Que recoge las condiciones para la realización de la infraestructura eléctrica responsabilidad del solicitante cuando son ejecutadas por la empresa distribuidora.  |

El plazo de validez de esta propuesta es de 6 meses, a partir de la fecha de este escrito. *M. 10 17*
Transcurrido dicho plazo, las presentes condiciones no serán válidas, debiéndose realizar una nueva solicitud. La modificación de las características de su solicitud puede implicar un nuevo estudio técnico de las condiciones, por lo que toda variación deberá ser aceptada expresamente.

Si de acuerdo con la presente información estuvieran interesados en la citada conexión, les rogamos nos lo comunique, indicando la referencia que aparece en el encabezado, a fin de considerar en firme su petición y remitirles la propuesta técnico-económica definitiva. Para ello deberá acompañar su petición de la información que le solicitamos en la documentación adjunta.

En el supuesto de merecer su aceptación, **agradeceremos nos remitan firmado el duplicado de los documentos correspondientes**, para continuar la tramitación.

Si desean realizar alguna consulta o aclaración les agradeceremos se pongan en contacto con nosotros en la dirección de correo electrónico **regimen.especial@iberdrola.es** o en el teléfono **944664958**.

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

Pza. Euskadi, 5 48009 Bilbao

Dirección de correo electrónico: regimen.especial@iberdrola.es

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. con sede social en Bilbao, Avenida San Adrián, 48. Inscrita en el Registro Mercantil de Bizkaia, Tomo 5217 de la sección general de sociedades, Folio 76, Hoja BI-27057. Inscripción 249. CIF: A95075578



00960 20170412
IBERDROLA



IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

En la confianza de dar adecuada respuesta a su solicitud, aprovechamos la ocasión para saludarles muy atentamente.

Pablo J. Caramés
Jefe Distribución Zona Castilla la Mancha



00961 20170412

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

Pza. Euskadi, 5 48009 Bilbao

Dirección de correo electrónico: regimen.especial@iberdrola.es

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. con sede social en Bilbao, Avenida San Adrián, 48. Inscrita en el Registro Mercantil de Bizkaia, Tomo 5217 de la sección general de sociedades, Folio 76, Hoja B1-27057. Inscripción 249, CIF A95075578

Referencia: 9034802625

Fecha: 11/04/2017

PUNTO DE ACCESO Y CONEXIÓN:

Potencia nominal: 4.000,000 kW.

Tensión: 20.000 V.

La conexión se realizará en 20.000 V., según lo señalado en el plano adjunto

Las características técnicas serán las definidas en el Informe de Punto de Conexión adjunto.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS:

Ver Informe de Punto de Conexión.

Según lo establecido en la disposición final primera del R.D. 1623/2011 de 14 de Noviembre, la infraestructura eléctrica será realizada a su costa, debiendo tener en cuenta las Especificaciones Técnico Administrativas adjuntas, la Normativa Oficial, los Manuales Técnicos de Distribución y las Normas Particulares, oficialmente aprobados.

Los trabajos necesarios para la nueva extensión de red podrán ser ejecutados a requerimiento suyo por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora.

Una vez aceptado por su parte el punto de conexión indicado, y en caso que nos lo solicite expresamente se valorarán estos trabajos de extensión, para ello nos deberá aportar la información que se indica en el Anexo de Condiciones Técnico Administrativas para Obras realizadas por la Empresa Distribuidora.

→ Los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones, serán realizados por esta empresa distribuidora al ser ésta la propietaria de dicha red y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro.

En este caso consistirán en:

- entronque de las instalaciones de extensión nuevas con la red de distribución existente.
- Trabajos indicados en el Informe de Punto de Conexión adjun

DOCUMENTACION NECESARIA:

La aceptación de estas condiciones técnicas deberá ir acompañada de:

- Documento justificativo de la presentación realizada ante el organismo de la Comunidad Autónoma correspondiente, del proyecto básico de la instalación y del programa de ejecución.

Una vez aportada la información anteriormente indicada y tras la apertura del expediente definitivo se valorarán los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones y que



Referencia: 9034802625

Fecha: 11/04/2017

serán realizados por esta empresa distribuidora al ser ésta la propietaria de dicha red y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro.

Asimismo, en su caso tras la aceptación del punto de conexión que aquí les informamos, y si así lo solicitan, se podrá presupuestar la extensión de red necesaria, que también podrá ser realizada por empresa instaladora autorizada

TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES:

El firmante queda informado de la incorporación, en los ficheros propiedad de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., de los datos recogidos en la presente solicitud en relación con el suministro de energía eléctrica, con la única finalidad de gestionar la misma.

Según lo dispuesto en la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LO 15/1999), Vds. pueden ejercitar en todo momento sus derechos de acceso, rectificación, oposición y cancelación de los datos personales, enviando un escrito a la Oficina del Cliente, Apartado de Correos nº504, 28001 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte.

INFORMACIÓN DE CONTACTO:

Dirección de correo electrónico: regimen.especial@iberdrola.es
Teléfono: 944664958

Ejemplar para el solicitante



Referencia: 9034802625

Fecha: 11/04/2017

PUNTO DE ACCESO Y CONEXIÓN:

Potencia nominal: 4.000,000 kW.

Tensión: 20.000 V.

La conexión se realizará en 20.000 V., según lo señalado en el plano adjunto

Las características técnicas serán las definidas en el Informe de Punto de Conexión adjunto.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS:

Ver Informe de Punto de Conexión.

Según lo establecido en la disposición final primera del R.D. 1623/2011 de 14 de Noviembre, la infraestructura eléctrica será realizada a su costa, debiendo tener en cuenta las Especificaciones Técnico Administrativas adjuntas, la Normativa Oficial, los Manuales Técnicos de Distribución y las Normas Particulares, oficialmente aprobados.

Los trabajos necesarios para la nueva extensión de red podrán ser ejecutados a requerimiento suyo por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa distribuidora.

Una vez aceptado por su parte el punto de conexión indicado, y en caso que nos lo solicite expresamente se valorarán estos trabajos de extensión, para ello nos deberá aportar la información que se indica en el Anexo de Condiciones Técnico Administrativas para Obras realizadas por la Empresa Distribuidora.

Los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones, serán realizados por esta empresa distribuidora al ser ésta la propietaria de dicha red y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro.

En este caso consistirán en:

- entronque de las instalaciones de extensión nuevas con la red de distribución existente.
- Trabajos indicados en el Informe de Punto de Conexión adjun

DOCUMENTACION NECESARIA:

La aceptación de estas condiciones técnicas deberá ir acompañada de:

- Documento justificativo de la presentación realizada ante el organismo de la Comunidad Autónoma correspondiente, del proyecto básico de la instalación y del programa de ejecución.

Una vez aportada la información anteriormente indicada y tras la apertura del expediente definitivo se valorarán los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones y que serán realizados por esta empresa distribuidora al ser ésta la propietaria de dicha red y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro.





Referencia: 9034802625

Fecha: 11/04/2017

Asimismo, en su caso tras la aceptación del punto de conexión que aquí les informamos, y si así lo solicitan, se podrá presupuestar la extensión de red necesaria, que también podrá ser realizada por empresa instaladora autorizada

ACEPTACION DE PUNTO DE CONEXIÓN:

FECHA:

FIRMA:

Firmado por: _____ *DNI:* _____

TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES:

El firmante queda informado de la incorporación, en los ficheros propiedad de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., de los datos recogidos en la presente solicitud en relación con el suministro de energía eléctrica, con la única finalidad de gestionar la misma.

Según lo dispuesto en la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LO 15/1999), Vds. pueden ejercitar en todo momento sus derechos de acceso, rectificación, oposición y cancelación de los datos personales, enviando un escrito a la Oficina del Cliente, Apartado de Correos nº504, 28001 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte.

Ejemplar duplicado para aceptación



El presente anexo del pliego de condiciones técnicas recoge los requisitos fundamentales que se deben observar en el diseño de las instalaciones, en la confección del proyecto y su autorización, así como en la ejecución de las obras para atender la petición de suministro eléctrico del Solicitante. Los trabajos a realizar, cuya responsabilidad de ejecución es del Solicitante, serán ejecutados, a requerimiento de éste, por la Empresa Distribuidora.

1. DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Para que la Empresa Distribuidora pueda realizar y presentar el correspondiente presupuesto el Solicitante deberá aportar, si no lo hubiera hecho con anterioridad, la siguiente documentación:

Para instalaciones en BT sin proyecto de urbanización:

- Plano de ubicación del punto de suministro/generación con coordenadas, con escala entre 1/10.000 y 1/25.000.
- Plano de ubicación de la CPM o de las CGP's con coordenadas a escala 1/1.000.
- Planos de sección y planta de los viales, cuando existan, entre el punto de suministro y el punto de conexión informado por la **Empresa Distribuidora**. Incluyendo servicios (1:50) Agua, AP, gas, alcantarillado, etc.

Para instalaciones en Media/Alta Tensión no sujetas a proyecto de urbanización, además de las anteriores:

- Plano completo de planta de la urbanización (1/500, 1/1.000).
- Plano de sótano, de las plantas baja y primera (1/20, 1/50) y CT cuando existan.
- Nº de viviendas por bloque, escalera y grado de electrificación.
- Tipo de calefacción tanto instalada como preinstalada.
- Superficie destinada a locales de uso de servicios (oficinas, comercios, etc.).
- Potencia necesaria para servicios generales (ascensores, bombas, etc.).
- Potencia de alumbrado en viales.
- Superficie destinada a usos industriales.
- Densidad de potencia (W/m²) y superficie, en edificios de características especiales.
- Porcentaje de edificabilidad en parcelas industriales.
- Superficie y densidad de potencia estimada de las parcelas no especiales en polígonos industriales.
- Superficie y densidad de potencia estimada en parcelas de polígonos industriales.
- Plano de ubicación de el/los Centro/s de Transformación/Seccionamiento (si va en local, plano del local, cumpliendo las especificaciones de los Manuales Técnicos de la Empresa Distribuidora).

Para instalaciones en BT/Media/Alta Tensión sujetas a proyecto de urbanización, además de las anteriores:

- Fecha de publicación de las bases reguladoras de la Actuación Urbanística, aprobación del proyecto de urbanización o de cualquier otro que contemple y justifique la tramitación del desarrollo de ese suelo.
- Estudio de cargas eléctricas, atendiendo a los máximos de edificabilidad previstos en el Plan Parcial, Plan de Reforma Interior o ficha urbanística correspondiente, adjuntando justificación documental de estos parámetros en soporte digital.
- Plano parcelario con viales y parcelas edificables, reflejando las edificabilidades asignadas a cada parcela, así como las demandas eléctricas previstas de acuerdo con el estudio de cargas realizado. El plano será preferentemente a escala 1:500 o 1:1000. En este plano se deberán incorporar las coordenadas UTM (X-Y) de cada parcela resultante.
- Instalaciones eléctricas particulares existentes a modificar (en el caso de que existan), preferentemente señaladas en el plano parcelario, así como posible ubicación de centros de transformación

y desarrollo de las Líneas Subterráneas de Baja Tensión correspondientes.

2. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

la Empresa Distribuidora realizará el diseño de acuerdo con los Manuales Técnicos y Normas Particulares de construcción de instalaciones de la Empresa Distribuidora vigentes, que están a disposición del Solicitante en los servicios técnicos de esta empresa distribuidora de energía eléctrica.

La anterior documentación puede igualmente consultarse en la página web del Ministerio de Industria Turismo y Comercio, en el apartado referente a seguridad industrial.

En caso de que las instalaciones a ejecutar requieran la redacción y aprobación de proyecto técnico, el Solicitante deberá dar con carácter previo su conformidad al diseño realizado por la Empresa Distribuidora.

3. REDACCIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO TÉCNICO

El proyecto técnico se redactará de conformidad con la normativa vigente y los Manuales Técnicos y normas Particulares de construcción de instalaciones de la Empresa Distribuidora vigentes.

El Solicitante o la Empresa Distribuidora (cuando así lo estipule la Administración competente) tramitará el proyecto técnico de las instalaciones para obtener la Autorización Administrativa y la Aprobación del proyecto técnico.

Las gestiones para la obtención de los permisos o autorizaciones necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones (permisos particulares, licencias, autorizaciones organismos, Declaración de Utilidad Pública, Medioambientales, expropiación forzosa, etc) serán realizadas por Iberdrola, a cargo del solicitante.

Cualquier coste en que incurra la Empresa Distribuidora para la obtención de la Autorización Administrativa y Aprobación del proyecto técnico será por cuenta del Solicitante. Si no se aprobasen los proyectos presentados para su tramitación administrativa, se estará a lo que la Administración determine y, en caso de variación sustancial de las características del diseño de las instalaciones, se procederá a revisar los costes de dichos trabajos.

En el supuesto de que dichos costes no estuvieran contemplados en el presupuesto aceptado por el Solicitante, la Empresa Distribuidora comunicará previamente al Solicitante dichos costes para su aceptación y continuación de la tramitación.

la Empresa Distribuidora no se responsabiliza de los plazos de obtención de la Autorización Administrativa y Aprobación del proyecto técnico, así como de los plazos de obtención del resto de autorizaciones y permisos. La demora en el otorgamiento de dichos permisos y autorizaciones por parte de las Administraciones competentes no dará lugar a compensación económica o indemnización de ningún tipo a favor del Solicitante.

4. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

la Empresa Distribuidora ejecutará las instalaciones de conformidad con la normativa vigente y los Manuales Técnicos y Normas Particulares de construcción de instalaciones de la Empresa Distribuidora igualmente vigentes.

la Empresa Distribuidora comunicará al Solicitante la finalización de las obras con carácter previo a la energización para que, si así lo desea, solicite a su cargo, la verificación por parte de un Laboratorio u Organismo de Control Autorizado de la correcta ejecución de las instalaciones.

5. CESIÓN DE INSTALACIONES PREVIA A LA PUESTA EN SERVICIO

Las instalaciones serán cedidas a la Empresa Distribuidora mediante la firma de un documento de cesión.

6. PUESTA EN SERVICIO

La puesta en servicio de las instalaciones será realizada por la Empresa Distribuidora



CÓDIGO REGES / SIC:

SOLICITANTE: EDUQUIFER ENERGIA, S.L.

INSTALACIÓN: LORENZO SOLAR (Lagartera, Toledo)

POTENCIA: 4.000 kW

REFERENCIA: 9034802625_C000652705

Fecha: 10/04/2017

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. (IBDE) se realiza bajo las condiciones que se informan en el presente documento, en el tramo de línea comprendido entre los apoyos 12179 y 12182, línea Puente-Valdeverdeja, STR Oropesa, 20 kV mediante la instalación de un Centro de Seccionamiento Telemandado del tipo normalizado por IBDE.

Intensidad de cortocircuito:

	Trifásica (A)	Monofásica (A)
Máxima en Explotación habitual:	2.889	1.000
Diseño:	12.500	12.500

Las instalaciones de conexión a la red de IBDE deben diseñarse de acuerdo con las intensidades máximas de cortocircuito indicadas.

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

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.
 - o Modificaciones y ajustes necesarios en los elementos de la STR Oropesa para adecuar los sistemas (protecciones, telecontrol, medida, etc....) al nuevo esquema de explotación.
 - o Trabajos de conexión y adaptación de la red existente que permitan la conexión de las nuevas instalaciones a la red de IBDE.

Los trabajos detallados en este apartado serán realizados por el distribuidor al ser éste el propietario de estas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro



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 nuevo Centro de Seccionamiento Telemandado, conectado en entrada-salida al tramo comprendido entre los apoyos 12179 y 12182, línea Puente-Valdeverdeja, STR Oropesa, 20 kV, con cable de 240 mm² de sección, para lo cual puede ser necesario cambiar apoyos o instalar nuevos (a determinar por los servicios técnicos del Sector).

El centro de seccionamiento tele mandado estará formado por un conjunto de celdas que cumplirá la NI 50.42.11 con dos unidades funcionales de línea para la entrada y salida de las ramas del anillo de alimentación de la red general, y una unidad funcional para la alimentación y seccionamiento de la instalación del cliente.

La celda de alimentación al cliente estará equipada con seccionador de puesta a tierra e interruptor-seccionador con función seccionalizadora.

La derivación al cliente será particular, siendo propiedad del cliente a partir de los terminales del cable subterráneo derivado del centro de seccionamiento, incluyendo dichos terminales.

La alimentación a los sistemas de automatización se realizará preferentemente desde la red existente. Si esto no es posible se podrá establecer en el propio centro de seccionamiento la alimentación auxiliar necesaria, utilizando en su caso las celdas y transformadores adicionales que sean necesarios (a determinar por los servicios técnicos de la zona).

El centro de seccionamiento telemandado deberá incorporar los elementos necesarios (equipos de telegestión, comunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc.) que permitan realizar las funciones de automatización y su operación remota desde el Despacho de Operación de IBDE, con las siguientes funcionalidades:

- Medida en tiempo real de intensidad, tensión, potencia activa y reactiva en las celdas de línea (en todas menos una).
- Detección de paso de falta a tierra direccional en las celdas de línea (en todas las celdas de línea menos una).
- Función de seccionalización en las celdas de línea (en todas las celdas de línea menos una).
- Señalización del estado (abierto o cerrado) del interruptor-seccionador en todas las celdas de línea y protección con fusibles (si las hubiere).
- Motorización del mando del interruptor-seccionador de todas las celdas de línea.
- Alarmas relativas al estado de la red, de la instalación o de los equipos.
- Recogida y envío de estados, alarmas y medidas al centro de control en tiempo real.

El centro de seccionamiento será cedido a la compañía distribuidora, y deberá disponer de libre acceso desde la vía pública. IBDE tendrá acceso directo, fácil y permanente desde la vía pública a las celdas de entrada y salida de la red, y a la de alimentación y seccionamiento al cliente.



0968000001

Los trabajos referidos en este apartado podrán ser ejecutados a requerimiento del solicitante por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada o por la empresa Distribuidora.

3. Trabajos a desarrollar por el solicitante que quedarán de su propiedad
 - Línea de 20 kV desde la instalación 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, teled medida y protecciones:

Según la normativa de IBD, todas instalaciones de generación conectadas a niveles de tensión superiores a 1 KV deben estar dotadas de Telecontrol, Protecciones y Teled medida

Telecontrol.

Es necesario disponer de telemando sobre el equipo de conexión de la instalación a la red de IBD.

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.

La regulación vigente (Real Decreto 413/2014 de 6 de junio) 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 teled medidas al operador del sistema, en tiempo real, de forma individual en el primer caso o agregada en el segundo. Estas teled medidas serán remitidas, cumpliendo lo establecido en el anexo II, por los titulares de las instalaciones o por sus representantes, pudiendo ser transmitidas a través de los centros de control de la empresa distribuidora si así lo acordaran con ésta. Los gestores de la red de distribución tendrán acceso a las teled medidas en tiempo real de aquellas instalaciones conectadas a sus redes.

Protecciones.

Las protecciones se adecúan a la normativa 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.

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:

➤ Deberán 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 deberá estar en nuestro poder dentro de los 6 meses desde la fecha de emisión de esta carta. En caso contrario, transcurrido este plazo se procederá 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 solicitará al operador del sistema su aceptabilidad 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 TALAVERA 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

A31.12.16 En Talavera 3 32 MW PES de PV.



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. 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:

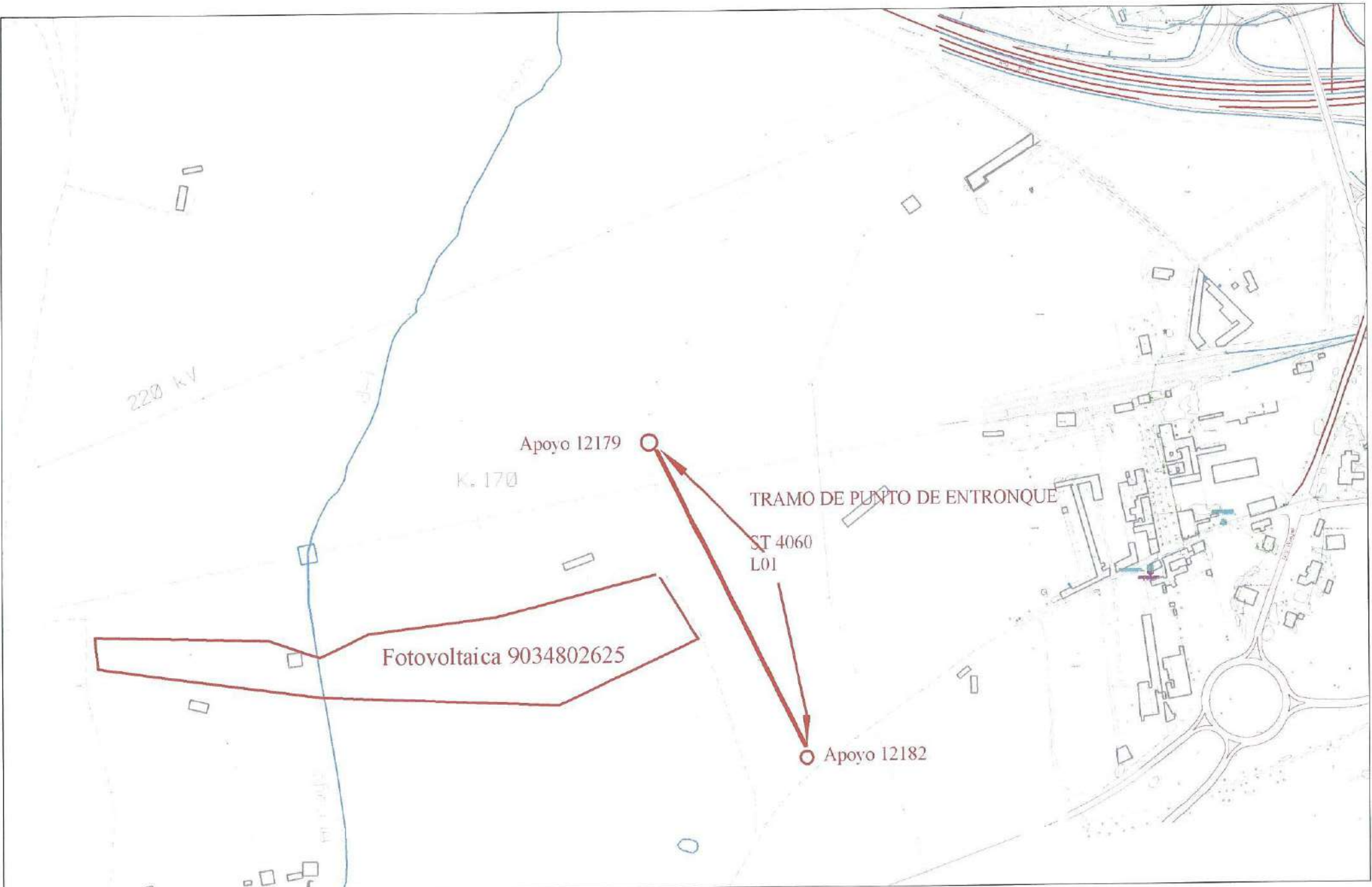
La conexión del productor y sus instalaciones eléctricas se ajustarán al esquema definido por las condiciones técnicas establecidas y se ejecutaran de acuerdo con la normativa vigente y la normativa de IBD sobre condiciones técnicas para la instalación de productores, instalaciones fotovoltaicas y criterios 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.

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.



1491897370056 04-03



Fecha: 10 abril 2017
IBERDROLA

Hora: 11:39

Escala: 1 : 5581,2

00972 20170412





DOCUMENTO IV. CONFORMIDAD DE CAPACIDAD DE RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

1.	CONFORMIDAD DE CAPACIDAD DE RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	2
-----------	--	----------



Referencia : 9034802625

TOLEDO, a 12 de julio de 2017

Asunto: Información sobre la aceptabilidad por parte del Operador del Sistema (REE) para la instalación productora, situada en el término municipal de LAGARTERA (TOLEDO). Potencia 4.000.000 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,



José Carlos Rodríguez Espina
Régimen Especial

Para cualquier aclaración, ponerse en contacto con JUAN JOSE BOMBIN GOMEZ (Teléfono : 944664958)

TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES

El firmante queda informado de la incorporación en los ficheros propiedad de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. de los datos recogidos en la presente solicitud con la única finalidad de gestionar la misma. Según lo dispuesto en la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (L.O 15/1999), Vd. puede ejercitar en todo momento sus derechos de acceso, rectificación, oposición y cancelación de los datos personales, enviando un escrito a la Oficina del Cliente, Av. San Adrián, 48 48003 BILBAO, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte.



Madrid, 29 de junio de 2017

D. Eduardo Valtierra Gutiérrez

Planificación de Red

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

Av. San Adrián, 48

48003 BILBAO

Asunto: Comunicación relativa a la solicitud de Acceso a la Red de Distribución con influencia sobre la Red de Transporte para la planta fotovoltaica PFV Lorenzo Solar de 4 MW, con previsión de conexión en red de distribución, con afección en Talavera 220 kV

Ref.: DDS.DAR.17_0871

Estimados Sres.,

Hemos recibido su solicitud de aceptabilidad desde la perspectiva de la red de transporte para la conexión de una nueva instalación de generación en el ámbito de aplicación del RD413/2014 (IGRE) –con fecha 25 de mayo de 2017 para la planta fotovoltaica PFV Lorenzo Solar de 4 MW - con conexión solicitada a la red de distribución subyacente de Talavera 220 kV.

Dicha instalación de generación, objeto de la presente comunicación, formaría parte de una agrupación de IGREs con conexión existente y prevista en la red de distribución subyacente del nudo de Talavera 220 kV de 50,05 MW, de los cuales 46,05 MW se encuentran actualmente en servicio y 4 MW se corresponden con el generador previsto de la presente solicitud¹.

A este respecto, en la siguiente Tabla 1 se detalla la generación prevista con aceptabilidad de acceso por el Operador del Sistema no existiendo otras IGRE previstas, que pudiendo tener afección significativa, cuenten con autorización de aceptabilidad de acceso firme pendientes de puesta en servicio:

IGRE	P.Nom [MW] / P.Inst [MW]	TÉRMINOS MUNICIPALES	PROVINCIA	NUDO CONEX. RD PREVISTO	PRODUCTOR
Instalaciones con aceptabilidad por la presente comunicación					
PFV Lorenzo Solar	4/3,68	Lagartera y Oropesa	Toledo	OROPESA 45	EDUQUIFER ENERGÍA, S.L.
TOTAL PREVISTO	4/3,68				

Tabla 1. Instalaciones de generación previstas en la red de distribución (adicionalmente a las actualmente en servicio), con afección sobre la red de transporte en el nudo de Talavera 220 kV, con aceptabilidad de acceso contestada por el Operador del Sistema.

¹ Según su información de 6 de febrero de 2017 (correo electrónico) sobre IGRE puestas en servicio (46,05 MW) y previstas con autorización acceso en su red por la presente solicitud (4 MW).



Con respecto a las posibilidades de acceso de dicha solicitud, les informamos a continuación 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).

El procedimiento de acceso aborda la valoración sobre el funcionamiento del sistema, y a este respecto, la presente comunicación expone las limitaciones y condicionantes para la aceptabilidad técnica de la alternativa de conexión solicitada.

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 de Talavera 220 kV conectado a éste a través de la red de distribución de 45 kV de la zona con conexión final en el nudo de Talavera 220/45 kV a través de dos transformadores existentes (transformadores de distribución –no transporte- de 100 MVA c/u) 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 conexión², 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 reciente 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.

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 vigente³, denominado horizonte 2020 (H2020).

En el caso presente, con las consideraciones anteriores, para el escenario energético y de red establecido en H2020, los estudios técnicos concluyen⁴ en el ámbito nodal, para el actual nudo de Talavera 220 kV (de aplicación a la generación con conexión a la red de transporte y la red de distribución subyacente), que la evacuación del contingente de generación de la Tabla 1 resultaría técnicamente viable considerando la limitación normativa, aplicable en el procedimiento de acceso, impuesta por el límite de potencia de cortocircuito para la generación no gestionable (según establece el Real Decreto 413/2014).

² Capacidad de conexión (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):

$$MW_{ins\acute{e}d\acute{u}ca} \leq 1,25 * MW_{prod}$$

$$MW_{ins\acute{e}d\acute{u}ca} + (0,8/1,25) * MW_{ins\acute{e}d\acute{u}ca} \leq MW_{prod}$$

³ 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).

⁴ Procede indicar que, con la red de transporte actual y en escenarios previos a la realización de las actuaciones incluidas en la planificación, 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.



DOCUMENTO V. PRESUPUESTO

1. MEDICIONES.....	2
2. PRESUPUESTO.....	13

DOCUMENTO V. PRESUPUESTO

1. Mediciones

CAMPO SOLAR		
CAPITULO 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO		
DESBROCE, LIMPIEZA, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN del terreno por medios mecánicos. Debido a la planitud del terreno que ocupa la parcela, no se procederá a realizar ningún perfilado dado que la estructura soporte de los módulos absorberá los pequeños desniveles existentes	6	ha
VALLADO CON CERRAMIENTO CINEGÉTICO Cerramiento con malla S.T. 50/14, galvanizada, de 2.00 m de altura. Postes de tubo redondo de 48mm, galvanizados en caliente, colocados cada 4m y hormigonados 40cm al suelo, con p. p. de postes de tensión arriostrados con tornapunta, alambres y accesorios necesarios para su correcto montaje. Y además 3 hileras de alambre de espinos en la parte superior del cerramiento sobre brazo voladizo.	2300	m
Viales Parque Solar Creación de viales predefinidos en las parcelas para la correcta operación de la planta	5	km
REFORESTACIÓN de franja perimetral desde vallado de 5 m, según indicaciones de la evaluación de impacto ambiental a efectuar. Incluido mantenimiento de primer año y reposición de marras	500	m
CAPITULO 2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		
SUMINISTRO DE PANELES FV de 325 Wp, 1.5 kV DC. Canadian Solar, CS6U-325P.	4.000	kWp
MONTAJE Y SUJECCIÓN de los paneles FV a la estructura, mediante las piezas de sujeción y tornillería según las instrucciones técnicas suministradas por el estructurista. Incluida la conexión eléctrica de los conectores de los paneles FV del mismo "string". Realizada toda la instalación se entregará a la propiedad un listado con el número de serie y la posición que ocupa cada panel FV dentro de la estructura, según el sistema de identificación de centrales, bloque, cadenas, etc.	4.000	kW
SUMINISTRO de estructura metálica fija biposte hincada, Características, especificaciones, garantías de producto y normas de fabricación según hojas del fabricante y de diseño adjuntas, para	4.000	kW

disposición de mesas de 2 en Vertical por 7 en horizontal de paneles FV . La estructura se instalara copiando los niveles del terreno a 35° sobre pilotes de perfiles de acero galvanizado según ISO 1461 de tipo hincados, con un sistema telescópico que permitan compensar los pequeños desniveles del terreno, de tal manera que los módulos queden todos en un mismo plano a una altura mínima al terreno de 50 cm. Incluirá tornillería, piezas especiales de sujeción y p.m., tanto de la estructura como para sujeción de los paneles FV , según se indica en el plano de diseño. La propiedad entregara un estudio geotécnico y las cargas totales a soportar por la estructura con el fin de que el fabricante justifique, mediante calculo numérico, la resistencia tanto del anclaje hincado como de la estructura para cumplir con la norma UNE-EN 1991 para soportar vientos de 150 Km/h y nieve, según el Eurocodigo 1. La tornillería y las piezas especiales de sujeción de los paneles FV a la estructura serán de acero inoxidable según DIN ISO 3506 Res-70.		
MONTAJE de estructura metálica fija biposte hincada, Características, especificaciones, garantías de producto y normas de fabricación según hojas del fabricante y de diseño adjuntas, para disposición de mesas de 2 en Vertical por 7 en horizontal de paneles FV . La estructura se instalara copiando los niveles del terreno a 35° sobre pilotes de perfiles de acero galvanizado según ISO 1461 de tipo hincados, con un sistema telescópico que permitan compensar los pequeños desniveles del terreno, de tal manera que los módulos queden todos en un mismo plano a una altura mínima al terreno de 50 cm. Incluirá tornillería, piezas especiales de sujeción y p.m., tanto de la estructura como para sujeción de los paneles FV , según se indica en el plano de diseño. La propiedad entregara un estudio geotécnico y las cargas totales a soportar por la estructura con el fin de que el fabricante justifique, mediante calculo numérico, la resistencia tanto del anclaje hincado como de la estructura para cumplir con la norma UNE-EN 1991 para soportar vientos de 150 Km/h y nieve, según el Eurocodigo 1. La tornillería y las piezas especiales de sujeción de los paneles FV a la estructura serán de acero inoxidable según DIN ISO 3506 Res-70.	4.000	kW
PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN documentadas con hojas de control, protocolos de ensayos, certificados de fabricante, OCA's, etc., previstas en el Pliego de condiciones, incluyendo: - Comprobación estadística de la potencia de salida de una población de los módulos.	1	Ud

- Comprobación de las conexiones de los módulos según intensidades y tensiones del MPP. - Prueba de potencia según protocolo del IDAE - Termografía de los módulos. Muestreo de 1 imagen por string - Comprobación del trazado de la curva I-V de cada string - Comprobación a resistencia de los elementos metálicos que forman la estructura de sujeción de paneles FV, certificada por una OCA autorizada - Comprobación a la resistencia a la extracción de los postes hincados al terreno contra la acción del viento trasero, certificada por una OCA		
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN		
CAPITULO 1: CANALIZACIONES ELÉCTRICAS DE DC		
PORTAFUSIBLES INTEMPERIE de protección de "string" de 16 A 1.5 kV, aéreo en polo positivo y negativo, conexionado mediante tornillos, cierre de bayoneta, para fusibles 10x38 mm	480	ud
CARTUCHO FUSIBLE cilíndrico de talla , 16 A de DC, tipo gR 1.500 V	480	ud
CONECTOR de polos de "string" a conductor	480	ud
VARILLA DE ACERO de 5 mm de diámetro y 2 m de longitud, para fijación de conductores aéreos en la estructura. De dicha estructura debe indicarse al fabricante realice 8 taladros de 6 mm de Ø por unidad estructural antes del galvanizado	12320,0	m
BRIDAS de plástico PA66-UV negra de 4,6x390 mm para sujeción de conductores a varilla de canalización aérea	6133	ud
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 10 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	28533,3	m
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 16 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	2133,3	m
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 25 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc	933,3	m

caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.		
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 35 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	2000,0	m
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 50 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	3066,7	m
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 70 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	2800,0	m
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 95 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material	933,3	m
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 240 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	266,7	m
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 300 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	666,7	m
MONTAJE de conductor unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 6 ó 10 ó 16 mm ² de Cu, instalación de la canalización al aire sobre la estructura, incluyendo instalación de la varilla de acero, tendido, sujeción a la varilla mediante bridas,	30666,7	m
MONTAJE de conductor unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 25 a 50mm ² de Cu, instalación de la canalización al aire	6000,0	m

sobre la estructura, incluyendo instalación de la varilla de acero, tendido, sujeción a la varilla mediante bridas,		
MONTAJE de conductor u nipoar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 50 a 300 mm ² de Cu, instalación de la canalización al aire sobre la estructura, incluyendo instalación de la varilla de acero, tendido, sujeción a la varilla mediante bridas,	4666,7	m
CAPITULO 2. CUADROS DE PROTECCIÓN		
SUMINISTRO DE ARMARIOS mural de intemperie, con bisagras y tapa transparente, de PVC IP 65, con prensaestopas de dimensiones 360 x 630 x170 mm. Incluye soportes de fijación a la estructura fija y perfiles de montaje de accesorios, perfil DIN)	82	Ud
SUMINISTRO DE INTERRUPTORES: Seccionadores en carga DC21-1.500 V y diferenciales de 300 mA, ambos de poder de cierre y de corte asignado de 63 A	68	Ud
SUMINISTRO DE INTERRUPTORES: Seccionadores en carga DC21-1.500 V y diferenciales de DC superinmunizados de 300 mA, ambos de poder de cierre y de corte asignado de 800 A	14	Ud
DESCARGADORES de tensión para corriente continua de 1.500 VDC/150 A, 2 polos, clase II	80	Ud
MONTAJE EN TALLER de cuadros generales de protección y seccionamiento, nivel 2, pruebas de funcionamiento y posterior colocación en el campo solar, con conexión a la entrada aérea desde final de estructuras y a la salida enterrada hasta cuadro de baja tensión de contenedor inversores - CT. Conexión de los descargadores a tierra. Conteniendo los interruptoresseccionadores, diferenciales, fusibles y descargadores, i/ pequeño material, cableado, regleteros y conectores	82	Ud
PRUEBAS Y ENSAYOS según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, entregando certificados de los resultados	1	Ud
CAPITULO 3. OBRA CIVIL		
ZANJA DE 0,45 x 0,70 para canalizaciones de BT (1-6 circuitos) de cuadro nivel 2 CT, con capa de arena, incluida excavación, cinta de señalización, relleno y tapado de zanja con matariles de la excavación	800	m
ZANJA DE 0,45 x 0,80 para canalizaciones de BT (5-6-7-8 circuitos) de cuadro nivel 2 CT, con capa de arena, incluida excavación, cinta de señalización, relleno y tapado de zanja con matariles de la excavación	800	m

ACONDICIONAMIENTO DE ENERGIA BT/MT		
CAPITULO 1:INVERSORES Y TRANSFORMACION BT/MT		
Skid de media tensión 2600kVA Power Electronics Plataforma Skid Cantidad 1 Modelo MVS2600L – 52840 Transformador de aceite de 2600kVA Cantidad 1 Modelo TR2600-20000/1x645 – 52840 Lado Baja Tensión 645Vac Lado Alta Tensión 20kV Potencia @ 1000msnm 2600kVA Temperatura ambiente 40°C Tipo de transformador ONAN oil(outdoor) Celdas de protección y seccionamiento en MT Cantidad 1 Referencia FSMVES – 52840 Esquema Celdas 2L+ V tipo SF6 Dispositivo de protección Interruptor automático Seccionamiento Incluidos 400A Serie 24kV Cuadro de comunicaciones Cantidad 1 Comunicaciones Digital output converter to Modbus TCP/IP (DGPT2, MV Switchgear's status contact) Ethernet Switch Ubicación Included in the metallic envelope of the MV Skid Interconexión del Skid de MT	1	Ud
Skid de media tensión 1200kVA Power Electronics Plataforma Skid Cantidad 1 Modelo MVS1200L – 52840 Transformador de aceite de 1200kVA Cantidad 1 Modelo TR1200-20000/1x645 – 52840 Lado Baja Tensión 645Vac Lado Alta Tensión 20kV Potencia @ 1000msnm 1200kVA Temperatura ambiente 40°C Tipo de transformador ONAN oil(outdoor) Celdas de protección y seccionamiento en MT	1	Ud

Cantidad 1 Referencia FSMVES – 52840 Esquema Celdas 2L+ V tipo SF6 Dispositivo de protección Interruptor automático Seccionamiento Incluidos 400A Serie 24kV Cuadro de comunicaciones Cantidad 1 Comunicaciones Digital output converter to Modbus TCP/IP (DGPT2, MV Switchgear's status contact) Ethernet Switch Ubicación Included in the metallic envelope of the MV Skid Interconexión del Skid de MT		
Centro de Seccionamiento 4MVA 20kV/24kV Debe cumplir con los requerimientos técnicos exigidos para este tipo de instalaciones por Iberdrola Distribución	1	Ud
Power Plant Controller Cantidad 1 Modelo FSPPC01 – 52840 Funciones Control de tensión en el POI Permite referencias por comunicaciones de Q y P Control y limitación de Q y P Ramp Up Incluye Ethernet Switch Analizador de redes Regletero de interconexión Comunicaciones Modbus TCP/IP (Ethernet)	1	Ud
Inversor para potencia de hasta 2584kVA @40°C Cantidad 1 Serie Freesun HEC V1500 Modelo FS2400CH15 – 52840 Temperatura Ambiente -20°C a 50°C Potencia nominal Salida AC @40°C< 1000msnm 2584kVA [*] Tensión de salida 645Vac Frecuencia de red 50Hz Rango de Tensión MPPT (VDC) 913-1310Vdc [**]	1	Ud

Eficiencia Máxima PAC, nom(η) 98,7% Cuadro de Seccionamiento y Protección DC Cantidad 1 Modelo FSDKCH15 – 52840A Voltaje Nominal 1500Vdc Seccionamiento Polo positivo 14 entradas con contactores 400A Polo negativo 14 entradas con contactores 400A Fusibles Polo positivo		
Inversor para potencia de hasta 1200kVA @40°C Cantidad 1 Serie Freesun HEC V1500 Modelo FS1200CH15 – 52840 Temperatura Ambiente -20°C a 50°C Potencia nominal Salida AC @40°C< 1000msnm Limitado a 1200kVA [*] Tensión de salida 645Vac Frecuencia de red 50Hz Rango de Tensión MPPT (VDC) 913-1310Vdc [**] Eficiencia Máxima PAC, nom(η) 98,7% Cuadro de Seccionamiento y Protección DC Cantidad 1 Modelo FSDKCH15 – 52840A Voltaje Nominal 1500Vdc Seccionamiento Polo positivo 14 entradas con contactores 400A Polo negativo 14 entradas con contactores 400A Fusibles Polo positivo	1	Ud
SUMINISTRO Y MONTAJE de circuitos de PaT de centro de seccionamiento, tierra de protección y de inversores y transformación, tierras de protección y de servicio, incluido conexionado a cajas de prefabricados. Circuitos compuestas por un anillo perimetral de 50 mm² de Cu desnudo a 1 m del exterior con 4 picas de hierro cobrizadas de 4 m y 14 mm de diámetro con conexión a caja de tierra en interior y tierra de neutro con pica de iguales características y cable de Cu aislado para neutro	4	Ud
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO, transporte a emplazamiento, descarga con grúa sobre plataforma, manipulación, nivelación y acabado de los prefabricados	1	Ud
INSTALACIÓN DE CENTRO DE INVERSORES Y TRANSFORMACIÓN, transporte a emplazamiento, descarga con grúa sobre plataforma, manipulación,	2	Ud

nivelación y acabado de los prefabricados		
EJECUCIÓN DE TERMINALES , a pasatapas de MT y conexionado de los mismos	15	Ud
PRUEBAS Y ENSAYOS según el Reglamento Electrotécnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, entregando certificados de los resultados	1	Ud
CAPITULO 2. OBRA CIVIL		
PLATAFORMA PARA PREFABRICADO para centro de seccionamiento (CS). Excavación de 6,080 x 2,380 x 0,46 m = 6,656 m ³ del terreno, clasificado como duro, por medios mecánicos con carga y transporte de tierra vegetal hasta zona de acopio en el interior de la parcela para una posterior restitución de tierra vegetal en aquellas zonas que lo precisen para la reforestación u otras necesidades. El terreno se clasifica como normal: no esta en ladera, no tiene nivel freático alto, ni peligro de inundaciones. 10 cm de arena nivelada en horizontal y compactada. Relleno de huecos con arena y acerado de hormigón de 1, 10 x 0,20 m de hormigón	1	Ud
PLATAFORMA PARA CONTENEDOR INVERSORES Y CT excavación de 12,176 x 2,451 x 0,46 m = 13,728 m ³ del terreno, clasificado como duro, por medios mecánicos con carga y transporte de tierra vegetal hasta zona de acopio en el interior de la parcela para una posterior restitución de tierra vegetal en aquellas zonas que lo precisen para la reforestación u otras necesidades. El terreno se clasifica como normal: no esta en ladera, no tiene nivel freático alto, ni peligro de inundaciones. 10 cm de arena nivelada en horizontal y compactada. Relleno de huecos con arena y aceroso de hormigón de 1, 10 x 0,20 m de hormigón.	2	Ud
LINEA DE MEDIA TENSION 20 KV EVACUACIÓN DE ENERGÍA		
EQUIPAMIENTO ELECTRICO		
CAPITULO 1: CABLES		
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE A.S. UNIPOLAR HEPRZ1 12/20 KV DE 1X 50 MM2 DE AL	1140	m
M. TENDIDO BAJO TUBO METRO TUBO CURVABLE DE PVC CORRUGADO 40MM	380	m
M. TENDIDO CABLE COMUNICACIONES 48 F.O. SUBTERRÁNEO	380	m

CAPITULO 2. TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS		
CONJ. TERMINAL ENCHUFAB. CONEX. CELDA SF6 12/20 kV	2	Ud
CAPITULO 3. PUESTA A TIERRA		
M. CABLE RV 0,6/1 KV 1X50 MM2 CU	60	m
MONTAJE DEL EQUIPAMIENTO ELECTRICO		
CAPITULO 1:CABLES		
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE A.S. UNIPOLAR HEPRZ1 12/20 KV DE 1X 50 MM2 DE AL	1140	m
M. TENDIDO BAJO TUBO METRO TUBO CURVABLE DE PVC CORRUGADO 40MM	380	m
M. TENDIDO CABLE COMUNICACIONES 48 F.O. SUBTERRÁNEO	380	m
CAPITULO 2. TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS		
CONJ. TERMINAL ENCHUFAB. CONEX. CELDA SF6 12/20 kV	2	Ud
CAPITULO 3. PUESTA A TIERRA		
M. CABLE RV 0,6/1 KV 1X50 MM2 CU	60	m
EJECUCION MATERIAL DE LA OBRA		
M. ZANJA TIPO 0,50X1,25m EN TIERRA	237,5	m
INSTALACIONES AUXILIARES		
CAPITULO 1:RED GENERAL DE TIERRAS		
PUESTA A TIERRA de la estructura metálica fija de soporte de placas FV mediante tomas de tierra cada 2 unidades estructurales con una pica de tierra de hierro cobrizado de 1,5 m y 28 mm de Ø, cable de Cu desnudo de 1 x 35 mm ² , incluyendo grapa pica-cable, 2 bornas de conexión con tornillo a ambos perfiles de las unidades contiguos y pequeño material. Se pondrá a tierra el perfil que soporte un cuadro de protección de nivel 2	200	Ud
CIRCUITO DE CABLE DE Cu desnudo de 50 mm ² formando la red equipotencial de puesta a tierra a 1 m de la parte interior de los vallados, enterrados en las zanjas de servicios auxiliares. Cada 25 m se conectara al cable 1 pica de tierra de hierro cobrizado de 1,5 m y 28mm de Ø, uniéndose con una grapa. PaT de todas las masas en continua; el vallado cada 25 m con borna de conexión en postelete y en todos los báculos. Totalmente instalado y conexionado	1870	m
CAPITULO 2. ALUMBRADO Y SS.AA. ELÉCTRICOS		
CONJUNTO PARA ILUMINACIÓN compuesto por columna de 4 m, realizada en tubo de acero galvanizado, con imprimación especial, puerta de registro y placa base, cableado interior con manguera de 2 x 2,5 mm ² y caja de registro estanca. Dos luminaria de óptica cerrada con lámpara de VSAP 250 W	15	ud

CANALIZACIÓN ENTERRADA , suministro, tendido bajo tubo y conexionado de conductor RV-K 0,6/1 kV de 2 x (1 x 10 mm ²) de Cu para línea de servicios auxiliares. Incluidas piezas auxiliares y pequeño material.	600	m
CANALIZACIÓN ENTERRADA , suministro, tendido bajo tubo y conexionado de conductor RV-K 0,6/1 kV de 2 x (1 x 16 mm ²) de Cu para línea de servicios auxiliares. Incluidas piezas auxiliares y pequeño material.	600	m
CAPITULO 3. SEGURIDAD Y COMUNICACIONES		
SISTEMA DE SEGURIDAD antiintrusismo formado por 10 cámaras fijas para CCTV, conectadas a red interior de F.O., y a alimentación eléctrica de SS.AA., armarios tipo rack reproductores, SAI's, etc	1	ud
SUMINISTRO DE CABLE de fibra óptica plástico para comunicaciones de seguridad, adaptadores, empalmes i/ pequeño material	600	m
TENDIDO DE CABLE de fibra óptica realizando las conexiones necesarias y las pruebas de reflectometría, resistencia al fuego, preparación de la punta del cable para su conexión, conexionado de fibras y empalmes.	600	m
CENTRAL RECEPTORA DE ALARMAS con comunicación tanto por TCP/IP como por GSM/GPRS, i/ puesto de trabajo completo	1	ud
CAPITULO 4. OBRA CIVIL		
ZANJA DE 0,45 x 0,50 para canalizaciones de alumbrado exterior, seguridad y comunicaciones perimetral, bajo tubo de PE de DC de 120 mm de Ø para SS.AA. eléctricos y para F.O. plástica, con capa de arena, incluida excavación, cinta de señalización, suministro, colocación y montaje de tubo de PE de DC de 90 mm de Ø de protección y reserva, relleno y tapado de zanja con materiales de la excavación	670	m
SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y MONTAJE de arquetas prefabricadas de hormigón vibropresado, sin fondo, de 40 x 40 x 50 cm con tapa y marco de fundición de hierro, selladas y colocadas en la zanja de la canalización perimetral de alumbrado exterior, seguridad y comunicaciones. sobre capa de arena de río de 10 cm, y p.p. de medios, incluida excavación y relleno perimetral exterior. Para derivación de báculos	15	Ud
CIMENTACIÓN para columna soporte de alumbrado y cámaras térmicas, incluyendo excavación, hormigonado y pernos de anclaje	15	Ud



2.Presupuesto

CAMPO SOLAR	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	2.013.298,00 €
CAPITULO 1:ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO				35.178,00 €
DESBROCE, LIMPIEZA, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN del terreno por medios mecánicos. Debido a la planitud del terreno que ocupa la parcela, no se procederá a realizar ningún perfilado dado que la estructura soporte de los módulos absorberá los pequeños desniveles existentes	6	ha	1.088,00 €	6.528,00 €
VALLADO CON CERRAMIENTO CINEGÉTICO Cerramiento con malla S.T. 50/14, galvanizada, de 2.00 m de altura. Postes de tubo redondo de 48mm, galvanizados en caliente, colocados cada 4m y hormigonados 40cm al suelo, con p. p. de postes de tensión arriostrados con tornapunta, alambres y accesorios necesarios para su correcto montaje. Y además 3 hileras de alambre de espino en la parte superior del cerramiento sobre brazo voladizo.	2300	m	8,50 €	19.550,00 €
Viales Parque Solar Creación de viales predefinidos en las parcelas para la correcta operación de la planta	5	km	1.320,00 €	6.600,00 €
REFORESTACIÓN de franja perimetral desde vallado de 5 m, según indicaciones de la evaluación de impacto ambiental a efectuar. Incluido mantenimiento de primer año y reposición de marras	500	m	5,00 €	2.500,00 €
CAPITULO 2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				1.978.120,00 €



SUMINISTRO DE PANELES FV de 325 Wp, 1.5 kV DC. Canadian Solar, CS6U-325P.	4.000	kWp	380,00 €	1.520.000,00 €
MONTAJE Y SUJECCIÓN de los paneles FV a la estructura, mediante las piezas de sujeción y tornillería según las instrucciones técnicas suministradas por el estructurista. Incluida la conexión eléctrica de los conectores de los paneles FV del mismo "string". Realizada toda la instalación se entregara a la propiedad un listado con el numero de serie y la posición que ocupa cada panel FV dentro de la estructura, según el sistema de identificación de centrales, bloque, cadenas, etc.	4.000	kW	30,00 €	120.000,00 €
SUMINISTRO de estructura metálica fija biposte hincada, Características, especificaciones, garantías de producto y normas de fabricación según hojas del fabricante y de diseño adjuntas, para disposición de mesas de 2 en Vertical por 7 en horizontal de paneles FV . La estructura se instalara copiando los niveles del terreno a 35° sobre pilotes de perfiles de acero galvanizado según ISO 1461 de tipo hincados, con un sistema telescópico que permitan compensar los pequeños desniveles del terreno, de tal manera que los módulos queden todos en un mismo plano a una altura mínima al terreno de 50 cm. Incluirá tornillería, piezas especiales de sujeción y p.m., tanto de la estructura como para sujeción de los paneles FV, según se indica en el plano de diseño. La propiedad entregara un estudio geotécnico y las cargas totales a soportar por la estructura con el fin de que el fabricante justifique, mediante calculo numérico, la resistencia tanto del anclaje hincado como de la estructura para cumplir con la norma UNE-EN 1991 para soportar vientos de 150 Km/h y nieve, según el	4.000	kW	53,85 €	215.400,00 €



Eurocodigo 1. La tornillería y las piezas especiales de sujeción de los paneles FV a la estructura serán de acero inoxidable según DIN ISO 3506 Res-70.				
MONTAJE de estructura metálica fija biposte hincada, Características, especificaciones, garantías de producto y normas de fabricación según hojas del fabricante y de diseño adjuntas, para disposición de mesas de 2 en Vertical por 7 en horizontal de paneles FV . La estructura se instalara copiando los niveles del terreno a 35° sobre pilotes de perfiles de acero galvanizado según ISO 1461 de tipo hincados, con un sistema telescópico que permitan compensar los pequeños desniveles del terreno, de tal manera que los módulos queden todos en un mismo plano a una altura mínima al terreno de 50 cm. Incluirá tornillería, piezas especiales de sujeción y p.m., tanto de la estructura como para sujeción de los paneles FV, según se indica en el plano de diseño. La propiedad entregara un estudio geotécnico y las cargas totales a soportar por la estructura con el fin de que el fabricante justifique, mediante calculo numérico, la resistencia tanto del anclaje hincado como de la estructura para cumplir con la norma UNE-EN 1991 para soportar vientos de 150 Km/h y nieve, según el Eurocodigo 1. La tornillería y las piezas especiales de sujeción de los paneles FV a la estructura serán de acero inoxidable según DIN ISO 3506 Res-70.	4.000	kW	26,93 €	107.720,00 €
PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN documentadas con hojas de control, protocolos de ensayos, certificados de fabricante, OCA's, etc., previstas en el Pliego de condiciones, incluyendo:	1	Ud	15.000,00 €	15.000,00 €



- Comprobación estadística de la potencia de salida de una población de los módulos. - Comprobación de las conexiones de los módulos según intensidades y tensiones del MPP. - Prueba de potencia según protocolo del IDAE - Termografía de los módulos. Muestreo de 1 imagen por string - Comprobación del trazado de la curva I-V de cada string - Comprobación a resistencia de los elementos metálicos que forman la estructura de sujeción de paneles FV, certificada por una OCA autorizada - Comprobación a la resistencia a la extracción de los postes hincados al terreno contra la acción del viento trasero, certificada por una OCA				
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN				225.788,00 €
CAPITULO 1:CANALIZACIONES ELÉCTRICAS DE DC				159.241,32 €
PORTAFUSIBLES INTEMPERIE de protección de "string" de 16 A 1.5 kV, aéreo en polo positivo y negativo, conexionado mediante tornillos,cierre de bayoneta, para fusibles 10x38 mm	480	ud	1,07 €	513,60 €
CARTUCHO FUSIBLE cilíndrico de talla , 16 A de DC, tipo gR 1.500 V	480	ud	0,13 €	62,40 €
CONECTOR de polos de "string" a conductor	480	ud	10,70 €	5.136,00 €
VARILLA DE ACERO de 5 mm de diámetro y 2 m de longitud, para fijación de conductores aéreos en la estructura. De dicha estructura	12320,0	m	2,30 €	28.336,00 €



debe indicarse al fabricante realice 8 taladros de 6 mm de Ø por unidad estructural antes del galvanizado				
BRIDAS de plástico PA66-UV negra de 4,6x390 mm para sujeción de conductores a varilla de canalización aérea	6133	ud	0,04 €	245,32 €
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 10 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	28533,3	m	1,03 €	29.389,33 €
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 16 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	2133,3	m	1,37 €	2.922,67 €
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 25 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	933,3	m	1,50 €	1.400,00 €
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 35 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales,	2000,0	m	1,60 €	3.200,00 €



empalmes y pequeño material.				
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 50 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	3066,7	m	1,80 €	5.520,00 €
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 70 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	2800,0	m	1,80 €	5.040,00 €
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 95 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material	933,3	m	2,21 €	2.062,67 €
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 240 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.	266,7	m	5,00 €	1.333,33 €
CONDUCTOR unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 300 mm ² de Cu para conexionado de "string" desde	666,7	m	5,00 €	3.333,33 €



protecciones nivel 1 a cuadros de protección nivel 2-cuadro de BT cc caseta de inversores. Incluidas piezas auxiliares: terminales, empalmes y pequeño material.				
MONTAJE de conductor unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 6 ó 10 ó 16 mm ² de Cu, instalación de la canalización al aire sobre la estructura, incluyendo instalación de la varilla de acero, tendido, sujeción a la varilla mediante bridas,	30666,7	m	1,64 €	50.293,33 €
MONTAJE de conductor unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 25 a 50mm ² de Cu, instalación de la canalización al aire sobre la estructura, incluyendo instalación de la varilla de acero, tendido, sujeción a la varilla mediante bridas,	6000,0	m	1,83 €	10.980,00 €
MONTAJE de conductor unipolar PV1-F HEPR 0,9/1,8 kV cc de sistemas fotovoltaicos de 1 x 50 a 300 mm ² de Cu, instalación de la canalización al aire sobre la estructura, incluyendo instalación de la varilla de acero, tendido, sujeción a la varilla mediante bridas,	4666,7	m	2,03 €	9.473,33 €
CAPITULO 2. CUADROS DE PROTECCIÓN				38.090,68 €
SUMINISTRO DE ARMARIOS mural de intemperie, con bisagras y tapa transparente, de PVC IP 65, con prensaestopas de dimensiones 360 x 630 x 170 mm. Incluye soportes de fijación a la estructura fija y perfiles de montaje de accesorios, perfil DIN)	82	Ud	121,30 €	9.946,60 €
SUMINISTRO DE INTERRUPTORES: Seccionadores en carga DC21-1.500 V y diferenciales de 300 mA, ambos de poder de cierre y de corte asignado de 63 A	68	Ud	197,91 €	13.457,88 €



SUMINISTRO DE INTERRUPTORES: Seccionadores en carga DC21-1.500 V y diferenciales de DC superinmunizados de 300 mA, ambos de poder de cierre y de corte asignado de 800 A	14	Ud	219,90 €	3.078,60 €
DESCARGADORES de tensión para corriente continua de 1.500 VDC/150 A, 2 polos, clase II	80	Ud	53,22 €	4.257,60 €
MONTAJE EN TALLER de cuadros generales de protección y seccionamiento, nivel 2, pruebas de funcionamiento y posterior colocación en el campo solar, con conexión a la entrada aérea desde final de estructuras y a la salida enterrada hasta cuadro de baja tensión de contenedor inversores - CT. Conexión de los descargadores a tierra. Conteniendo los interruptoresseccionadores, diferenciales, fusibles y descargadores, i/ pequeño material, cableado, regleteros y conectores	82	Ud	75,00 €	6.150,00 €
PRUEBAS Y ENSAYOS según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, entregando certificados de los resultados	1	Ud	1.200,00 €	1.200,00 €
CAPITULO 3. OBRA CIVIL				28.456,00 €
ZANJA DE 0,45 x 0,70 para canalizaciones de BT (1-6 circuitos) de cuadro nivel 2 CT, con capa de arena, incluida excavación, cinta de señalización, relleno y tapado de zanja con matariles de la excavación	800	m	17,33 €	13.864,00 €
ZANJA DE 0,45 x 0,80 para canalizaciones de BT (5-6-7-8 circuitos) de cuadro nivel 2 CT, con capa de arena, incluida excavación, cinta de señalización, relleno y tapado de zanja con matariles de la excavación	800	m	18,24 €	14.592,00 €
ACONDICIONAMIENTO DE ENERGIA BT/MT				369.784,00 €



CAPITULO 1:INVERSORES Y TRANSFORMACION BT/MT				366.784,00 €
Skid de media tensión 2600kVA Power Electronics Plataforma Skid Cantidad 1 Modelo MVS2600L – 52840 Transformador de aceite de 2600kVA Cantidad 1 Modelo TR2600-20000/1x645 – 52840 Lado Baja Tensión 645Vac Lado Alta Tensión 20kV Potencia @ 1000msnm 2600kVA Temperatura ambiente 40°C Tipo de transformador ONAN oil(outdoor) Celdas de protección y seccionamiento en MT Cantidad 1 Referencia FSMVES – 52840 Esquema Celdas 2L+ V tipo SF6 Dispositivo de protección Interruptor automático Seccionamiento Incluidos 400A Serie 24kV Cuadro de comunicaciones Cantidad 1 Comunicaciones Digital output converter to Modbus TCP/IP (DGPT2, MV Switchgear's status contact) Ethernet Switch				
1	Ud	71.000,00 €	71.000,00 €	



Ubicación	Included in the metallic envelope of the MV Skid	Interconexión del Skid de MT				
Skid de media tensión 1200kVA Power Electronics Plataforma Skid Cantidad 1 Modelo MVS1200L – 52840 Transformador de aceite de 1200kVA Cantidad 1 Modelo TR1200-20000/1x645 – 52840 Lado Baja Tensión 645Vac Lado Alta Tensión 20kV Potencia @ 1000msnm 1200kVA Temperatura ambiente 40°C Tipo de transformador ONAN oil(outdoor) Celdas de protección y seccionamiento en MT Cantidad 1 Referencia FSMVES – 52840 Esquema Celdas 2L+ V tipo SF6 Dispositivo de protección Interruptor automático Seccionamiento Incluidos 400A Serie 24kV Cuadro de comunicaciones Cantidad 1 Comunicaciones Digital output converter to Modbus TCP/IP (DGPT2, MV Switchgear's status contact)			1	Ud	45.530,00 €	45.530,00 €



Ethernet Switch Ubicación Included in the metallic envelope of the MV Skid Interconexión del Skid de MT					
Centro de Seccionamiento 4MVA 20kV/24kV Debe cumplir con los requerimientos técnicos exigidos para este tipo de instalaciones por Iberdrola Distribución		1	Ud	44.000,00 €	44.000,00 €
Power Plant Controller Cantidad 1 Modelo FSPPC01 – 52840 Funciones Control de tensión en el POI Permite referencias por comunicaciones de Q y P Control y limitación de Q y P Ramp Up Incluye Ethernet Switch Analizador de redes Regletero de interconexión Comunicaciones Modbus TCP/IP (Ethernet)		1	Ud	20.000,00 €	20.000,00 €
Inversor para potencia de hasta 2584kVA @40°C Cantidad 1 Serie Freesun HEC V1500 Modelo FS2400CH15 – 52840		1	Ud	105.000,00 €	105.000,00 €



Temperatura Ambiente -20°C a 50°C Potencia nominal Salida AC @40°C< 1000msnm 2584kVA [*] Tensión de salida 645Vac Frecuencia de red 50Hz Rango de Tensión MPPT (VDC) 913-1310Vdc [**] Eficiencia Máxima PAC, nom(η) 98,7% Cuadro de Seccionamiento y Protección DC Cantidad 1 Modelo FSDKCH15 – 52840A Voltaje Nominal 1500Vdc Seccionamiento Polo positivo 14 entradas con contactores 400A Polo negativo 14 entradas con contactores 400A Fusibles Polo positivo				
Inversor para potencia de hasta 1200kVA @40°C Cantidad 1 Serie Freesun HEC V1500 Modelo FS1200CH15 – 52840 Temperatura Ambiente -20°C a 50°C Potencia nominal Salida AC @40°C< 1000msnm Limitado a 1200kVA [*] Tensión de salida 645Vac Frecuencia de red 50Hz Rango de Tensión MPPT (VDC) 913-1310Vdc [**] Eficiencia Máxima PAC, nom(η) 98,7% Cuadro de Seccionamiento y Protección DC	1	Ud	70.254,00 €	70.254,00 €



Cantidad 1 Modelo FSDKCH15 – 52840A Voltaje Nominal 1500Vdc Seccionamiento Polo positivo 14 entradas con contactores 400A Polo negativo 14 entradas con contactores 400A Fusibles Polo positivo				
SUMINISTRO Y MONTAJE de circuitos de PaT de centro de seccionamiento, tierra de protección y de inversores y transformación, tierras de protección y de servicio, incluido conexonado a cajas de prefabricados. Circuitos compuestas por un anillo perimetral de 50 mm² de Cu desnudo a 1 m del exterior con 4 picas de hierro cobrizadas de 4 m y 14 mm de diámetro con conexión a caja de tierra en interior y tierra de neutro con pica de iguales características y cable de Cu aislado para neutro	4	Ud	200,00 €	800,00 €
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO, transporte a emplazamiento, descarga con grúa sobre plataforma, manipulación, nivelación y acabado de los prefabricados	1	Ud	2.000,00 €	2.000,00 €
INSTALACIÓN DE CENTRO DE INVERSORES Y TRANSFORMACIÓN, transporte a emplazamiento, descarga con grúa sobre plataforma, manipulación, nivelación y acabado de los prefabricados	2	Ud	2.000,00 €	4.000,00 €
EJECUCIÓN DE TERMINALES, a pasatapas de MT y conexonado de los mismos	15	Ud	200,00 €	3.000,00 €
PRUEBAS Y ENSAYOS según el Reglamento Electrotécnico de	1	Ud	1.200,00 €	1.200,00 €



Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, entregando certificados de los resultados				
CAPITULO 2. OBRA CIVIL				3.000,00 €
PLATAFORMA PARA PREFABRICADO para centro de seccionamiento (CS). Excavación de 6,080 x 2,380 x 0,46 m = 6,656 m ³ del terreno, clasificado como duro, por medios mecánicos con carga y transporte de tierra vegetal hasta zona de acopio en el interior de la parcela para una posterior restitución de tierra vegetal en aquellas zonas que lo precisen para la reforestación u otras necesidades. El terreno se clasifica como normal: no esta en ladera, no tiene nivel freático alto, ni peligro de inundaciones. 10 cm de arena nivelada en horizontal y compactada. Relleno de huecos con arena y acerado de hormigón de 1, 10 x 0,20 m de hormigón	1	Ud	1.000,00 €	1.000,00 €
PLATAFORMA PARA CONTENEDOR INVERSORES Y CT excavación de 12,176 x 2,451 x 0,46 m = 13,728 m ³ del terreno, clasificado como duro, por medios mecánicos con carga y transporte de tierra vegetal hasta zona de acopio en el interior de la parcela para una posterior restitución de tierra vegetal en aquellas zonas que lo precisen para la reforestación u otras necesidades. El terreno se clasifica como normal: no esta en ladera, no tiene nivel freático alto, ni peligro de inundaciones. 10 cm de arena nivelada en horizontal y compactada. Relleno de huecos con arena y aceroso de hormigón de 1, 10 x 0,20 m de hormigón.	2	Ud	1.000,00 €	2.000,00 €



LINEA DE MEDIA TENSION 20 KV EVACUACIÓN DE ENERGÍA				23.532,14 €
EQUIPAMIENTO ELECTRICO				13.918,34 €
CAPITULO 1:CABLES				13.360,80 €
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE A.S. UNIPOLAR HEPRZ1 12/20 KV DE 1X 50 MM2 DE AL	1140	m	8,44 €	9.621,60 €
M. TENDIDO BAJO TUBO METRO TUBO CURVABLE DE PVC CORRUGADO 40MM	380	m	2,65 €	1.007,00 €
M. TENDIDO CABLE COMUNICACIONES 48 F.O. SUBTERRÁNEO	380	m	7,19 €	2.732,20 €
CAPITULO 2. TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS				268,94 €
CONJ. TERMINAL ENCHUFAB. CONEX. CELDA SF6 12/20 kV	2	Ud	134,47 €	268,94 €
CAPITULO 3. PUESTA A TIERRA				288,60 €
M. CABLE RV 0,6/1 KV 1X50 MM2 CU	60	m	4,81 €	288,60 €
MONTAJE DEL EQUIPAMIENTO ELECTRICO				3.191,80 €
CAPITULO 1:CABLES				3.043,80 €
M. TENDIDO BAJO TUBO LINEA CABLE A.S. UNIPOLAR HEPRZ1 12/20 KV DE 1X 50 MM2 DE AL	1140	m	1,20 €	1.368,00 €
M. TENDIDO BAJO TUBO METRO TUBO CURVABLE DE PVC CORRUGADO 40MM	380	m	2,16 €	820,80 €
M. TENDIDO CABLE COMUNICACIONES 48 F.O. SUBTERRÁNEO	380	m	2,25 €	855,00 €
CAPITULO 2. TERMINALES, EMPALMES Y ACCESORIOS				39,40 €
CONJ. TERMINAL ENCHUFAB. CONEX. CELDA SF6 12/20 kV	2	Ud	19,70 €	39,40 €



CAPITULO 3. PUESTA A TIERRA				108,60 €
M. CABLE RV 0,6/1 KV 1X50 MM2 CU	60	m	1,81 €	108,60 €
EJECUCION MATERIAL DE LA OBRA				6.422,00 €
M. ZANJA TIPO 0,50X1,25m EN TIERRA	237,5	m	27,04 €	6.422,00 €
INSTALACIONES AUXILIARES				47.726,40 €
CAPITULO 1:RED GENERAL DE TIERRAS				11.650,90 €
PUESTA A TIERRA de la estructura metálica fija de soporte de placas FV mediante tomas de tierra cada 2 unidades estructurales con una pica de tierra de hierro cobrizado de 1,5 m y 28 mm de Ø, cable de Cu desnudo de 1 x 35 mm ² , incluyendo grapa pica-cable, 2 bornas de conexión con tornillo a ambos perfiles de las unidades contiguos y pequeño material. Se pondrá a tierra el perfil que soporte un cuadro de protección de nivel 2	200	Ud	16,46 €	3.292,00 €
CIRCUITO DE CABLE DE Cu desnudo de 50 mm ² formando la red equipotencial de puesta a tierra a 1 m de la parte interior de los vallados, enterrados en las zanjas de servicios auxiliares. Cada 25 m se conectara al cable 1 pica de tierra de hierro cobrizado de 1,5 m y 28mm de Ø, uniéndose con una grapa. PaT de todas las masas en continua; el vallado cada 25 m con borna de conexión en postelete y en todos los báculos. Totalmente instalado y conexionado	1870	m	4,47 €	8.358,90 €
CAPITULO 2. ALUMBRADO Y SS.AA. ELÉCTRICOS				11.211,00 €
CONJUNTO PARA ILUMINACIÓN compuesto por columna de 4 m, realizada en tubo de acero galvanizado, con imprimación especial, puerta de registro y placa base, cableado interior con manguera de 2 x 2,5 mm ² y caja de registro estanca. Dos luminaria de óptica cerrada con lámpara de VSAP 250 W	15	ud	425,00 €	6.375,00 €



CANALIZACIÓN ENTERRADA , suministro, tendido bajo tubo y conexionado de conductor RV-K 0,6/1 kV de 2 x (1 x 10 mm ²) de Cu para línea de servicios auxiliares. Incluidas piezas auxiliares y pequeño material.	600	m	3,84 €	2.304,00 €
CANALIZACIÓN ENTERRADA , suministro, tendido bajo tubo y conexionado de conductor RV-K 0,6/1 kV de 2 x (1 x 16 mm ²) de Cu para línea de servicios auxiliares. Incluidas piezas auxiliares y pequeño material.	600	m	4,22 €	2.532,00 €
CAPITULO 3. SEGURIDAD Y COMUNICACIONES				12.420,00 €
SISTEMA DE SEGURIDAD antiintrusismo formado por 10 cámaras fijas para CCTV, conectadas a red interior de F.O., y a alimentación eléctrica de SS.AA., armarios tipo rack reproductores, SAI's, etc	1	ud	6.000,00 €	6.000,00 €
SUMINISTRO DE CABLE de fibra óptica plástico para comunicaciones de seguridad, adaptadores, empalmes i/ pequeño material	600	m	1,70 €	1.020,00 €
TENDIDO DE CABLE de fibra óptica realizando las conexiones necesarias y las pruebas de reflectometría, resistencia al fuego, preparación de la punta del cable para su conexión, conexionado de fibras y empalmes.	600	m	4,00 €	2.400,00 €
CENTRAL RECEPTORA DE ALARMAS con comunicación tanto por TCP/IP como por GSM/GPRS, i/ puesto de trabajo completo	1	ud	3.000,00 €	3.000,00 €
CAPITULO 4. OBRA CIVIL				12.444,50 €
ZANJA DE 0,45 x 0,50 para canalizaciones de alumbrado exterior,	670	m	15,65 €	10.485,50 €



seguridad y comunicaciones perimetral, bajo tubo de PE de DC de 120 mm de Ø para SS.AA. eléctricos y para F.O. plástica, con capa de arena, incluida excavación, cinta de señalización, suministro, colocación y montaje de tubo de PE de DC de 90 mm de Ø de protección y reserva, relleno y tapado de zanja con materiales de la excavación				
SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y MONTAJE de arquetas prefabricadas de hormigón vibroprensado, sin fondo, de 40 x 40 x 50 cm con tapa y marco de fundición de hierro, selladas y colocadas en la zanja de la canalización perimetral de alumbrado exterior, seguridad y comunicaciones. sobre capa de arena de río de 10 cm, y p.p. de medios, incluida excavación y relleno perimetral exterior. Para derivación de báculos	15	Ud	105,00 €	1.575,00 €
CIMENTACIÓN para columna soporte de alumbrado y cámaras térmicas, incluyendo excavación, hormigonado y pernos de anclaje	15	Ud	25,60 €	384,00 €
PRL				35.000,00 €
CAPITULO 1:PRL	1	Ud	35.000,00 €	35.000,00 €
Project Management				55.000,00 €
CAPITULO 1:Project Management	1	Ud	55.000,00 €	55.000,00 €
	TOTAL CONSTRUCCIÓN			2.770.128,54 €
CARGOS DEL PROYECTO				445.805,14 €
CAPITULO 1:Ingeniería Básica	1	Ud	41.000,00 €	41.000,00 €
CAPITULO 2:Ingeniería de Detalle y Constructiva	1	Ud	180.000,00 €	180.000,00 €
CAPITULO 3: Compra de terrenos	1	Ud	38.000,00 €	38.000,00 €
CAPITULO 4: Topografía	1	Ud	15.000,00 €	15.000,00 €
CAPITULO 5: Impuestos ayuntamientos	1	Ud	110.805,14 €	110.805,14 €



CAPITULO 6: Punto de conexión	1	Ud	52.000,00 €	52.000,00 €
CAPITULO 7: Tasas de proyectos y visados	1	Ud	9.000,00 €	9.000,00 €
	TOTAL PROYECTO			3.215.933,68 €



DOCUMENTO VI. PLIEGO DE CONDICIONES

1.	CONDICIONES GENERALES.....	2
1.1.	OBJETO.....	2
1.2.	SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	2
1.3.	DATOS DE LA OBRA.....	3
1.4.	MEJORAS Y VARIACIONES AL PROYECTO	4
1.5.	ORGANIZACIÓN DE LA OBRA.....	4
1.6.	REPLANTEO DE LA OBRA.....	5
1.7.	SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	6
1.8.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	6
1.9.	CONSERVACIÓN DEL PAISAJE Y LIMPIEZA DE LA OBRA	6
1.10.	RECEPCIÓN DEL MATERIAL.....	7
1.11.	CONTROL DE CALIDAD	7
1.12.	PLAZO DE EJECUCIÓN	8
1.13.	RECEPCIÓN PROVISIONAL	8
1.14.	PERIODO DE GARANTÍA	9
1.15.	RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	11
1.16.	DIRECCIÓN DE OBRA.....	12
1.17.	LIBRO DE ÓRDENES, DERECHOS DE PROPIEDAD Y CONFIDENCIALIDAD	12
2.	CONDICIONES DE CARÁCTER ECONÓMICO.....	13
3.	CONDICIONES DE CARÁCTER TÉCNICO.....	14
3.1.	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO.....	14
3.2.	CONTROL DE CALIDAD	14
3.3.	INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS	14



DOCUMENTO VI. PLIEGO DE CONDICIONES

1. Condiciones generales

1.1. Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones es definir las condiciones particulares de contratación y determinar los requisitos a los que se ajustará la ejecución de las instalaciones de la obra de referencia y define los requisitos legales, económicos y técnicos necesarios, en conformidad con los demás documentos para el suministro de materiales, ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de la **Central solar fotovoltaica “CSFV LORENZO SOLAR”**

El Pliego forma un conjunto orgánico, por lo cual, todos los elementos a construir deberán cumplir con la totalidad de los apartados que le sean aplicables, salvo indicación en contra en los planos o instrucción al respecto por escrito de la Dirección de Obra. Esta especificación completa y determina lo que indican los planos constructivos correspondientes.

1.2. Seguridad y Salud laboral

Los contratistas estarán obligados al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar o de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes en el momento de la ejecución de las obras.

Los contratistas deberán presentar obligatoriamente, antes del comienzo de las obras, un estudio de seguridad y salud laboral donde contemple las medidas reflejadas en el presente documento. Asimismo deberán proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

El personal de los contratistas está obligado a utilizar todos los dispositivos y medios de protección personal necesarios para eliminar o reducir los riesgos profesionales pudiendo el Coordinador de seguridad y salud laboral y/o el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El Coordinador de seguridad y salud laboral y/o el Director de Obra podrá exigir al contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar su propia integridad física o la de sus compañeros, además podrán exigir en cualquier momento, antes o después del comienzo de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social en la forma legalmente establecida.

Los contratistas serán responsables del cuidado y conservación de la obra hasta la recepción de la misma por parte de la Propiedad. Serán de su responsabilidad también las protecciones y señalización de las obras y sus accesos, de acuerdo con las normas de Seguridad y Salud Laboral y con el Código de la Circulación vigente y con las normas sobre señalización de carreteras y de obras que se recogerán en el Plan de Seguridad y Salud Laboral.

El plan de seguridad en obra se ajustará al Estudio de Seguridad y Salud correspondiente al proyecto de la obra, los contratistas se obligan a aportar todas las unidades de seguridad marcadas por el estudio de seguridad aprobado, para la obra.

Se someterá a la aprobación del Coordinador de seguridad y salud laboral y/o la Dirección de Obra, la inclusión en el plan de seguridad, y por lo tanto en la obra, de cualquier subcontrata.

1.3. Datos de la obra

Se entregará a los contratistas una copia de la parte del Proyecto contratada, así como cuantos datos necesite para la ejecución de la obra.

A la recepción de la documentación y antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, deberán realizar las comprobaciones dimensionales de las partes detalladas en los planos, y si encuentra algún error o contradicción a la información recibida, comunicarlo inmediatamente a la Dirección de Obra. En caso de no hacerlo así, los contratistas serán responsables de los errores que hubieran podido evitarse. Respetarán todas las indicaciones dadas en los planos y/o especificación, y si en algún caso, creyera aconsejable hacer algún cambio, someterá una proposición por escrito a la Dirección de Obra, quien dará su aprobación o comentario también por escrito.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de dos meses, deberán actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente efectuados.

No se harán por parte de los contratistas alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones substanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa y por escrito del Director de Obra.

1.4. Mejoras y variaciones al proyecto

No se considerarán mejoras y variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido contempladas dentro de las obras del proyecto y ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de su ejecución.

1.5. Organización de la obra

Los contratistas actuarán de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligados al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas, y en general a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de su derecho a reclamar los precios o indemnizaciones a que hubiere lugar, según esta norma.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra y la determinación de la precedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo de los contratistas, a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes, quien informará al Director de Obra de estos extremos.

En caso de urgencia o de gravedad, el Coordinador de seguridad y salud laboral y/o el Director de Obra podrán asumir personalmente, y bajo su responsabilidad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en la forma que establezca el apartado correspondiente, debiendo los contratistas poner a su disposición el personal y material de la obra.

1.6. Replanteo de la obra

El Director de Obra, una vez que los contratistas estén en posesión de los documentos del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de la misma, con especial atención en los puntos singulares. Se levantará Acta, por triplicado, firmada por el Promotor, el Director de Obra y cada contratista. El replanteo deberá hacerse con cada contratista individualmente y con la presencia de aquellos otros con que deba coordinarse en la ejecución.

La Dirección de Obra colocará sobre el terreno las bases de replanteo necesarias y suficientes para el replanteo general de la obra, tanto en planimetría como en altimetría, y entregará a cada contratista por escrito, antes de comenzar las obras, la información necesaria para efectuar dicho replanteo.

Los contratistas serán responsables de la vigilancia y conservación de todas las bases de replanteo durante el plazo de ejecución de la Obra, siendo responsable de los errores que puedan derivarse de una conservación inadecuada de las mismas. Asimismo efectuarán a su costa cuantos replanteos de detalle necesita, para situar en posición y elevación todas las unidades de obra a ejecutar, siendo de su exclusiva responsabilidad las consecuencias que pudieran derivarse de una ejecución errónea de dichos replanteos.

La Dirección de Obra podrá en cualquier momento efectuar comprobaciones de los replanteos efectuados por los contratistas, para lo cual éste deberá facilitar a su costa los medios humanos y materiales necesarios para su realización.

1.7. Señalización de las obras

Los contratistas estará obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales.

Sin perjuicio del cumplimiento por parte de los contratistas de toda Reglamentación de Seguridad Vigente, viene asimismo obligado a que toda clase de elementos que se instalen para el cumplimiento de las mismas, así como la señalización y demás medios materiales, rotulaciones, etc., tengan una presentación adecuada y decorosa.

1.8. Ejecución de las obras

Los contratistas deberán tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado, a juicio del Director de Obra.

Todas las órdenes del Director de Obra podrán darse verbalmente pero los contratistas, en este caso, acusarán recibo por escrito, dentro de las cuarenta y ocho horas.

1.9. Conservación del paisaje y limpieza de la obra

Los contratistas prestarán especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje de las zonas afectadas por las obras. En este sentido cuidará el emplazamiento y estética de sus instalaciones, construcciones,

depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de Obra.

Los contratistas no permitirán que se acumulen desperdicios o basuras en el emplazamiento de la obra, comprometiéndose a limpiarla permanentemente, según sea necesario. A la terminación del trabajo retirarán toda la basura y desperdicios del emplazamiento de la obra. Así como todas las herramientas, andamios y materiales sobrantes, dejando completamente limpio el emplazamiento de la obra.

Una vez que las obras hayan finalizado, todas las instalaciones y depósitos contruidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original, además de totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje. Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y por tanto no serán objeto de abonos por su realización.

1.10. Recepción del material

El Director de Obra, de acuerdo con los contratistas, dará su aprobación a los materiales suministrados, a las condiciones de almacenamiento de los mismos y confirmará su validez para una instalación correcta.

1.11. Control de calidad

Durante la construcción de las obras los contratistas asumirán las funciones y responsabilidades relacionadas con el control de calidad, tanto de los materiales que entren a formar parte de las distintas unidades de obra, como de la producción y puesta en obra de éstas, así como las características de las terminadas.

Independientemente de la inspección de calidad que realice la Dirección de Obra, los contratistas realizará, a su cargo, los ensayos y pruebas que sean necesarios para la adecuada comprobación sistemática de que, tanto los

materiales y equipos electromecánicos que se utilicen en las obras como que la propia obra que se ejecuta, cumplan las condiciones requeridas.

La Dirección de Obra solicitará las pruebas y ensayos que estime oportunos de acuerdo con los artículos correspondientes de esta especificación, documentos y normas reseñados. Unas y otros serán a cargo de los contratistas, en tanto que su número y tipo estén dentro de lo previsto en estas especificaciones u otro documento del proyecto.

Todos los materiales que se vayan a emplear en la obra estarán sometidos a un control de calidad de acuerdo con esta especificación y las normas que les sean de aplicación.

Los contratistas realizarán el número y clase de ensayos y pruebas en la forma que se describen en otros artículos.

1.12. Plazo de ejecución

El plazo máximo de ejecución del total de la obra será de OCHO (8) meses. En los respectivos contratos se fijaran los plazos, el inicio y finalización de las obras de cada contratista.

1.13. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras, probadas y en correcto funcionamiento, y dentro de los quince días siguientes a la petición de los contratistas, se hará la recepción provisional de las mismas por el Promotor, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante de los contratistas, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es procedente.

El Acta será firmada por el Directo de Obra, por cada contratista y, de ser el caso, por el Promotor, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente, de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y proyecto correspondiente, comenzando en este momento a contar el

plazo de garantía. En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al contratista las instrucciones precisas detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

La finalización y entrega de las obras deberá producirse no más tarde de los días estipulados conforme a lo establecido en la cláusula anterior. Se entenderá que se ha producido la finalización de las obras, cuando se cumplan todos y cada uno de los siguientes requisitos:

- Que los contratistas haya completado la construcción de la central de acuerdo con el contrato, estando ésta libre de defectos (que no sean tan graves como para impedir la recepción, es decir, que se trate de valores técnicos garantizados en vez de valores mínimos de aceptación).
- Que se haya emitido el correspondiente Certificado de final de obra por la Dirección Facultativa de la misma.
- Que se hayan emitido los boletines de instalación eléctrica o documentos necesarios normativamente, de cada instalación.
- Que la central haya completado con éxito el Período de Pruebas y Puesta en Marcha de acuerdo con los términos y condiciones del presente Pliego, para ello se deberá comunicar con al menos 10 días de antelación la programación prevista por los contratistas para la realización de todas las pruebas asociadas a las instalaciones que cada uno haya ejecutado.

1.14. Periodo de garantía

El período de garantía será de DOS (2) años, excepto para los módulos solares que será de DIEZ (10) años de producto y la garantía de potencia del 90% los 10 primeros años y 15 años del 80% y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción Provisional. Hasta que tenga lugar la Recepción Definitiva. Los contratistas será responsable de la conservación y mantenimiento de la obra tanto de la obra propia como de las subcontratadas, ramos industriales, etc., y durante este período todos los defectos de la

construcción, instalación, montaje o de cualquiera de sus componentes, así como los daños a terceros que pudieran aparecer motivados por la misma, serán inmediatamente reparados por los mismos. La conservación, operación y mantenimiento le corresponderá al Promotor. Los contratistas garantizan al Promotor contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la obra. Con carácter general y sin perjuicio de que en las Condiciones Técnicas se establezcan otros plazos adicionales, se establece la garantía anterior de DOS (2) años para todos los trabajos, obras, materiales, equipos suministrados, procedimientos empleados y cumplimiento de lo especificado en el Pliego de Condiciones Técnicas, a partir de la fecha de suscripción del Acta de Recepción Provisional al objeto de otorgar cobertura a las siguientes contingencias: Los contratistas garantizarán:

- a) La calidad del trabajo de su personal, así como la del personal de sus subcontratistas y proveedores, contra todo defecto o fallo de las obras ejecutadas e instalaciones realizadas, que provengan de un uso normal.
- b) Todos los materiales, equipos y elementos objeto del contrato contra cualquier defecto en los materiales, en la ejecución, transporte y montaje en la obra. Dicha garantía cubrirá de estos riesgos al Contratante en toda su extensión y en todos sus términos.
- c) De conformidad con dichas garantías, a su cargo, y dentro de los quince días posteriores a la fecha en la cual el Promotor y/o la Dirección de Obra hayan comunicado los defectos observados, procederá a reparar y sustituir cualquier defecto en los equipos, materiales y en la ejecución.

Una vez subsanados dichos defectos se aplicará la misma garantía especificada en el párrafo anterior a aquellas partes reparadas o sustituidas iniciándose para estas partes un nuevo periodo de garantía de la duración especificada, desde la última fecha en la cual dichas reparaciones se efectuaron satisfactoriamente.

- 1) Después de la terminación de todas las reparaciones y/o modificaciones necesarias autorizadas por EL PROMOTOR y efectuadas por LOS CONTRATISTAS, los equipos, materiales u obras no reuniesen todavía las características requeridas, la totalidad del suministro afectado será sustituido en el lugar de la obra, libre de cualquier gasto, dentro del tiempo que haya sido

convenido por las partes, sujetas en todo caso a las disposiciones contenidas en los documentos contractuales en cuanto a garantía de cumplimiento.

2) Todos los materiales recibidos en el lugar de la obra que no cumplan con las especificaciones del contrato, serán devueltos al contratista, si no ha habido inspección previa que autorice su utilización, y el coste del transporte correrá por cuenta del mismo.

Los contratistas quedará obligado a la reparación de los fallos que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción o materiales, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. Asimismo cambiará los equipos que produzcan fallos en el normal funcionamiento del sistema sin coste alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos y en especial en lo relativo a garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de construcción a que se refiere el Artículo 19 de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, Ley de Ordenación de la Edificación.

En todo caso, las partes convienen que los contratistas responde, durante el plazo de tiempo a que se refiere el segundo párrafo del art. 1.591 del C.C., por vicios ocultos, falta de calidad de los trabajos efectuados, falta a las condiciones del contrato, así como de cualquier desperfecto o defecto de funcionamiento, y de los daños y perjuicios que con ello se ocasionasen, salvo que acreditase que tales eventos son debidos a culpa o negligencia y, en consecuencia, imputables a terceros no dependientes ni contratados o recomendados por los contratistas.

1.15. Recepción definitiva

Una vez finalizado el plazo de garantía señalado anteriormente, se precederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y de los contratistas, levantándose, si las obras son conformes, el Acta correspondiente, por duplicado, firmada por el Director de Obra y los contratistas y ratificada por el Promotor.



1.16. Dirección de obra

EL PROMOTOR designara al Director de Obra, mediante el documento de Compromiso de Dirección de Obra, que deberá visarse en el Colegio de Ingenieros Industriales correspondiente, asumiendo por escrito las responsabilidades inherentes a dicho cargo. Este documento deberá ser presentado con la documentación que se proporcione a los contratistas antes de la firma del acta de replanteo. Su nombre deberá figurar al solicitar la Licencia de obras en los organismos que lo requieran.

A efectos de Seguridad y Salud, será necesaria la designación de un Coordinador de seguridad y salud laboral, por parte del Promotor.

Son obligaciones específicas del Director de Obra dar la solución a las instalaciones, establecer soluciones constructivas y adoptar soluciones oportunas en los casos imprevisibles que pudieran surgir, fijar los precios contradictorios, redactar las certificaciones económicas de la obra ejecutada, redactar las actas o certificaciones de comienzo y final de las mismas.

Estará obligado a prestar la asistencia necesaria, inspeccionando su ejecución, realizando personalmente las visitas necesarias y comprobando durante su transcurso que se cumplen las hipótesis del proyecto, introduciendo en caso contrario las modificaciones que crea oportunas.

1.17. Libro de órdenes, derechos de propiedad y confidencialidad

Los contratistas tendrá en la obra el libro de órdenes y asistencias para que el Director de Obra, o técnicos específicos consignen cuantas órdenes crean oportunas y las observaciones sobre la Los contratistas, firmado su enterado, se obligan al cumplimiento de lo allí ordenado si no reclama por escrito dentro de las 48 horas siguientes al Director de Obra.

La propiedad de la documentación y programas informáticos, que se obtengan y elabore, como resultado de los trabajos realizados, corresponderá al Promotor, no pudiendo por tanto los contratistas ceder, transmitir o divulgar dicha documentación sin permiso expreso del mismo. La totalidad de la información y

documentación generada será entregada al Promotor en edición original y en soporte informático.

Los contratistas dejan a salvo al Promotor en cuanto al uso de los resultados de los servicios contratados en lo que se refiere a propiedad intelectual o industrial, amparándole y soportando los gastos derivados de cualquier reclamación o litigio por estas causas.

Los derechos de autor de los trabajos objeto de este Contrato, si los hubiera, se entenderán cedidos a favor del Promotor, pudiendo el mismo, por tanto, difundir o aprovechar para cualquier medio de información, comunicación pública o reproducción, en cualquier lugar del mundo y sin límite temporal, los resultados o suministros de los Contratos.

Tanto la información aportada para el adecuado desarrollo del contrato, como la generada por el propio adjudicatario dentro de los trabajos incluidos en el mismo tendrán el carácter de confidencial, no pudiendo ser facilitada a terceros sin el consentimiento expreso y por escrito del Promotor. En caso de incumplimiento de esta cláusula de confidencialidad el Promotor podría proceder a la resolución automática del contrato, todo ello sin perjuicio de otras medidas que considerara adecuadas al carácter y consecuencias del incumplimiento.

2. Condiciones de carácter económico

Mensualmente se hará, entre el Director de Obra, y cada contratista, una valoración de la obra ejecutada, con arreglo a los precios establecidos y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación. La comprobación y aceptación deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo de 15 días.

La relación valorada tendrá carácter de documento provisional a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las relaciones valoradas siguientes y no representaran aprobación de las obras.

3. Condiciones de carácter técnico

3.1. Desbroce y limpieza del terreno

Consiste en extraer y retirar de las zonas comprendidas dentro de los límites de la explanación todos los árboles, maleza, broza, maderas caídas, basura o cualquier otro material indeseable a juicio del D.O. Así mismo se retirara el material procedente de la instalación de riego existente. Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

Remoción de los materiales objeto de desbroce.

- Retirada de los materiales objeto del desbroce.
- Pago del canon de vertido y mantenimiento del vertedero.
- Permisos necesarios.

Se trasladarán a un vertedero autorizado todos los materiales que la Dirección de Obra no haya aceptado como útiles.

3.2. Control de calidad

EL CONTRATISTA aportará certificados de calidad de todos los elementos suministrados. Asimismo, se aportarán todos los certificados de las pruebas realizadas.

Todos los certificados, ya sean de materiales o de pruebas, estarán realizados de conformidad con la Norma EN 10.204.

3.3. Inspecciones, ensayos y pruebas

Se entregará de los aparatos de medida en las pruebas:

- Aprobación de modelo de contadores y transformadores de medida.
- Protocolos de ensayo de transformadores de medida en origen.
- Protocolo de verificación en origen de contadores-registradores.
- Hoja de parametrización de los contadores-registradores.



MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

- Esquemas unifilares de la instalación y de los equipos de medida. Se realizaran las pruebas de:
 - Comprobación de precintados.
 - Verificación de contadores-registradores, que será realizada por el responsable del punto frontera.

Las líneas de 20 kV enterradas todas ellas se someterán, al finalizar las mismas, a las pruebas de megado de los conductores.



DOCUMENTO VII. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
1. OBJETO.....	3
2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.....	3
2.1. EMPLAZAMIENTO	4
2.2. CLIMATOLOGÍA.....	4
2.3. ACCESOS Y VALLADO	4
2.4. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADO.....	4
3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN	5
3.1. OBRA CIVIL	5
3.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.....	5
3.2.1. <i>Excavación</i>	5
3.2.2. <i>Cimentación</i>	8
3.2.3. <i>Trabajo de soldadura eléctrica</i>	10
3.2.4. <i>Trabajos próximos a elementos en tensión</i>	13
3.2.5. <i>Trabajos en tensión</i>	16
3.3. MAQUINARIA A EMPLEAR.....	19
3.3.1. <i>Retroexcavadora</i>	19
3.3.2. <i>Grúa</i>	22
3.3.3. <i>Máquinas herramientas y herramientas manuales</i>	25
3.3.4. <i>Radial</i>	28
4. PLIEGO DE CONDICIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	29
4.1. LEGISLACIÓN APLICABLE	29
4.2. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA.....	32
4.3. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....	32
4.4. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE	33
4.5. SEGURIDAD DE LA OBRA.....	34
4.5.1. <i>Presencia de recursos preventivos en obra</i>	34
4.5.2. <i>Plan de seguridad y salud</i>	35
4.6. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD	36
5. PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD	37



DOCUMENTO VII. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

Memoria descriptiva

1. Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

2. Descripción técnica del proyecto

La instalación fotovoltaica convierte la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares instalados sobre estructuras fijas que hacen de soporte. A este conjunto de módulos solares se le denomina generador fotovoltaico.

Posteriormente la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores, para posteriormente inyectarla en la red eléctrica de la compañía distribuidora a través de varios centros de transformación.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general que nos permita separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución.

Habrà que asegurar un grado de aislamiento eléctrico clase II en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (cableado, cajas, armarios de conexión...).



La instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

2.1. Emplazamiento

La instalación se encuentra en una finca situada en el término municipal de Lagartera y Oropesa, en la provincia de Toledo (España).

2.2. Climatología

Hay que definir la climatología porque sin duda influye en el nivel de la prevención alcanzable. Se trata de un clima mediterráneo de España centro, predominando los vientos de norte y de sur.

2.3. Accesos y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados.

En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

2.4. Interferencias y servicios afectados

Los trabajos se desarrollan en el emplazamiento de la obra destinada a tal fin, y cuyo destino es exclusivamente la ubicación de las instalaciones objeto del proyecto, por lo que las únicas interferencias que puedan presentarse son las superposiciones de las diversas fases de los trabajos.

Caso de encontrarse con servicios que puedan verse afectados, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se



deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

3. Análisis de riesgos y su prevención

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

3.1. Obra civil

Se entenderá como obra civil, todas aquellas canalizaciones necesarias para el tendido de los cables, las cimentaciones para la correcta fijación de los seguidores solares o estructuras fijas al terreno, así como las excavaciones necesarias para la correcta colocación de las casetas prefabricadas donde se alojan los inversores, centros de transformación, centros de seccionamiento, edificios o construcciones necesarias para el funcionamiento y mantenimiento de la planta, como almacenes, casetas e instalaciones de seguridad, centros de control, etc.

3.2. Movimiento de tierras y cimentaciones

Dentro de esta fase de obra, se consideran las siguientes operaciones a realizar:
Excavación y Cimentación

3.2.1. Excavación

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD:



- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR:

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.



- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.



- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Ropa de protección para el mal tiempo

3.2.2. Cimentación

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición al ruido

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR:

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno.



- Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas solidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzaran los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento
- limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el suelo no esté o no resulte peligroso.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, esta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- La circulación de vehículos se realizara a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.



- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de las mismas a otro nivel.
- Todas las maquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Ropa de protección para el mal tiempo

3.2.3. Trabajo de soldadura eléctrica

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel



- Contactos eléctricos indirectos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Las masas de cada aparato estarán dotadas de puesta a tierra.
- La superficie de los porta electrodos a mano y los bornes de conexión para circuitos de alimentación de aparatos de soldadura, deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.
- Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.
- La pinza porta electrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.
- Los cables deteriorados o averiados deberán repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deberán estar perfectamente aislados.
- Los cables de conexión a la red y los de soldadura deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.
- En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.
- Se deberán de colocar extintores en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura eléctrica.
- Las radiaciones producidas en trabajos de soldadura eléctrica afectan no solo a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo expuesta. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla facial, manoplas, polainas y mandil, como mínimo. Para la protección de otros trabajadores próximos
- se utilizarán cortinas o paramentos ignífugos.



- Los ayudantes de los soldadores también deberán usar gafas o pantallas inactivas.
- Se dispondrán adecuadamente los cables de modo que no representen un riesgo para el personal o puedan sufrir daños mecánicos.
- La zona de trabajo estará convenientemente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección personal necesarios.
- El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura, sin que pueda conectarse a otro equipo o instalación existente, así como tampoco a través del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón armado.
- Tantas veces como se interrumpa por algún tiempo la operación de soldar, se cortará el suministro de energía eléctrica a la máquina. Al terminar el trabajo debe quedar totalmente desconectada y retirada de su sitio.
- Las conexiones con la máquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos y relé diferencial de sensibilidad media (300 mA), con una buena toma de tierra.
- La alimentación eléctrica al grupo de soldadura se realizará a través de un cuadro provisto de interruptor diferencial adecuado al voltaje de suministro, si no se cumplen los requisitos del apartado anterior.
- Los generadores de combustión interna (diésel) deberán pararse cuando no se estén utilizando, así como cuando se requiera repostar combustible.
- Se dispondrá de un extintor de polvo químico junto al grupo diésel.
- Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.
- Antes de realizar cambios de intensidad deberá desconectarse el equipo.
- No introducir jamás el porta electrodos en agua para enfriarlo, puede causar un accidente eléctrico.
- No se dejará la pinza y su electrodo directamente apoyados en el suelo, sino en un soporte aislante.



3.2.4. Trabajos próximos a elementos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocutaciones
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no solo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.

- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.
- Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

U_n : Tensión nominal de la instalación (KV).

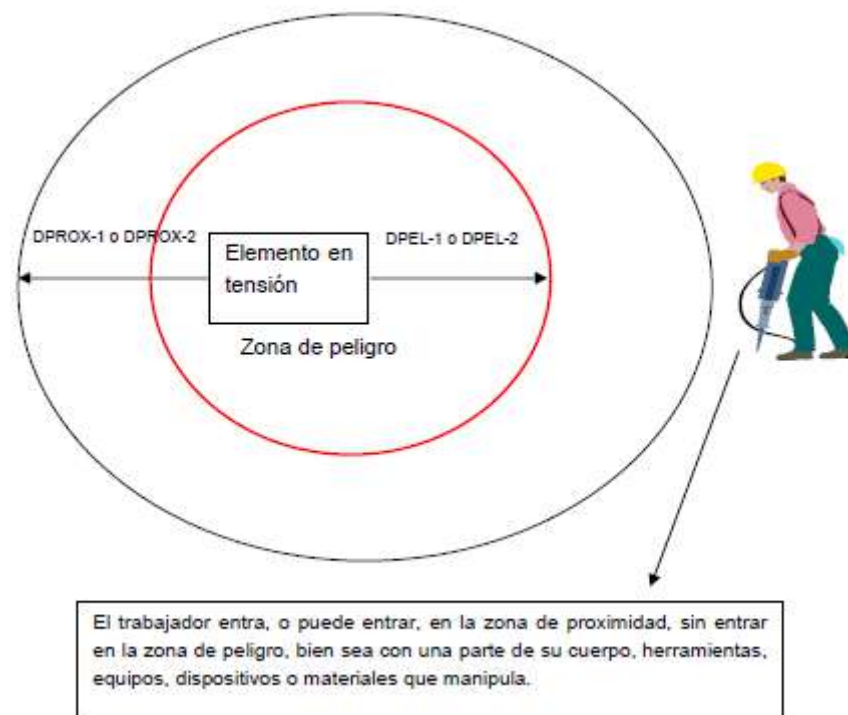
D_{PEL-1} distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PEL-2} distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PROX-1} distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

D_{PROX-2} distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente ésta última



Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes), se deberá:



- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea solo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

3.2.5. Trabajos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR



Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.



- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga
- eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.
- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.
- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en



posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Arnés de seguridad

Ropa de trabajo para el mal tiempo

3.3. Maquinaria a emplea

3.3.1. Retroexcavadora

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR



- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
- La caída o el retorno brusco de la jaula, plataforma, cuchara, cubeta, pala, vagoneta o, en general, receptáculo o vehículo, a causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
- La caída de las personas y de los materiales fuera de los citados receptáculos y vehículos o por los huecos y aberturas existentes en la caja.
- La puesta en marcha, fortuita o fuera de ocasión, y las velocidades excesivas que resulten peligrosas.
- Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán:
- Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
- Estar equipados con extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.-Se hará una comprobación periódica de los elementos de la máquina.
- La máquina solo será utilizada por personal capacitado.
- No se tratará de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.



- No se trabajará con la máquina en situación de semi-avería. Se reparará primero y después se reanudará el trabajo.
- No liberar los frenos de la máquina en posición parada si antes no se ha instalado los calzos de inmovilización de las ruedas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, comprobar que funcionan todos los mandos correctamente.
- No olvidar ajustar el asiento para poder alcanzar los controles sin dificultad.
- No se podrá fumar durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se deberá desplazar a velocidades muy moderadas, especialmente en lugares de mayor riesgo, tales como pendientes, rampas, bordes de excavación, cimentaciones, etc.
- En la maniobra de marcha atrás, el operario conductor extremará las condiciones de seguridad. A su vez, la maquina estará dotada de señalización acústica, al menos, o luminosa y acústica cuando se mueva en este sentido.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios.
- El inicio de las maniobras se señalizará y se realizarán con extrema precaución.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso lumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo



3.3.2. Grúa

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de pallets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del pallet para colocar en el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalita, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son los siguientes:



- **MAQUINISTA:** no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. Asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:
 - Comprobar el funcionamiento de los frenos.
 - Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
 - Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
 - Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
 - Comprobar los lastres y contrapesos.
 - Comprobar la tensión de los cables cuando esté arriostrada.
 - Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:
 - Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
 - Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
 - Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.
- **ENGANCHADOR:** es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:
 - Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.



- Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
- Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
- En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablones, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.
- SEÑALISTA: cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:
 - Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
 - Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.
 - Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.
 - Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso lumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo



3.3.3. Máquinas herramientas y herramientas manuales

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.
- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, solo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.



- Para las maquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse indefectiblemente:
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.
- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No sé de usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.
- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aun cuando no trabaje la maquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.
- Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:
 - Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.
- Para las maquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.



- Su entorno estará libre de obstáculos.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmicos de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.
- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.
- La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.
- A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.
- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.
- En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.



- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.
- Si el nivel sonoro es superior a los 80 decibelios, deberán adoptarse las recomendaciones establecidas en el R.D. 1316/1.989, de 27 de octubre, sobre medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.

3.3.4. Radial

- Antes de su puesta en marcha, el operador comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.
- Se seleccionará adecuadamente el estado de desgaste del disco y su idoneidad para el material al que se ha de aplicar.
- Comprobar la velocidad máxima de utilización.
- Cerciorarse que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protección sobre el disco firmemente sujeta.
- El operador se colocara gafas panorámicas ajustadas o pantalla facial transparente, guantes de trabajo, calzado de seguridad y protectores auditivos.
- Durante la realización de los trabajos se procurará que el cable eléctrico descansa alejado de elementos estructurales metálicos y fuera de las zonas de paso del personal.
- Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos o lugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignífuga la trayectoria seguida por los materiales desprendidos.
- Cuando la esmeriladora portátil radial deba emplearse en locales muy conductores no se utilizarán tensiones superiores a 24 voltios.



4.Pliego de condiciones en materia de seguridad y salud

4.1. Legislación aplicable

Seguidamente, se facilita una relación no exhaustiva de la normativa vigente básica de seguridad y la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995,. De
- 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)



- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 1254/1999 de 16 de julio por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.



- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979)
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 56/1995 por el que se modifica el R.D. 1435/1992 sobre máquinas.
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC's.



- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

Todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

4.2. Señalización de la obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

4.3. Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los



trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

4.4. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

Accidentes de tipo leve Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Mutua de Accidentes de Trabajo.
Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.



4.5. Seguridad de la obra

4.5.1. Presencia de recursos preventivos en obra

Se aplicará por parte de cada contratista lo establecido en el artículo séptimo “Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción” de la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica
- el R.D 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.
- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:
- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.
- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de



las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

4.5.2. Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc..., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra disposición permanente de los mismos.



4.6. Coordinador de seguridad y salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las

siguientes funciones:

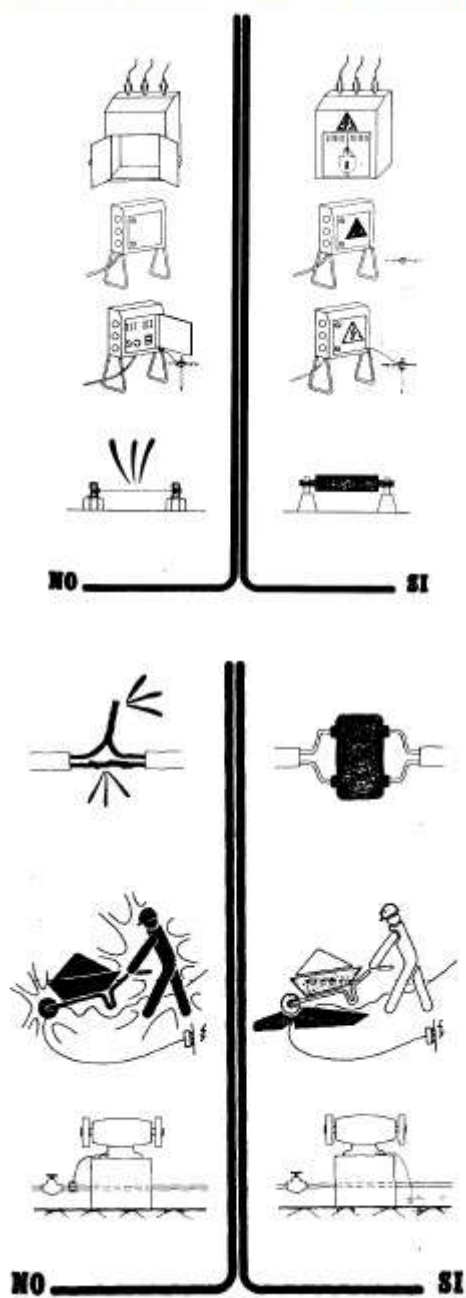
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

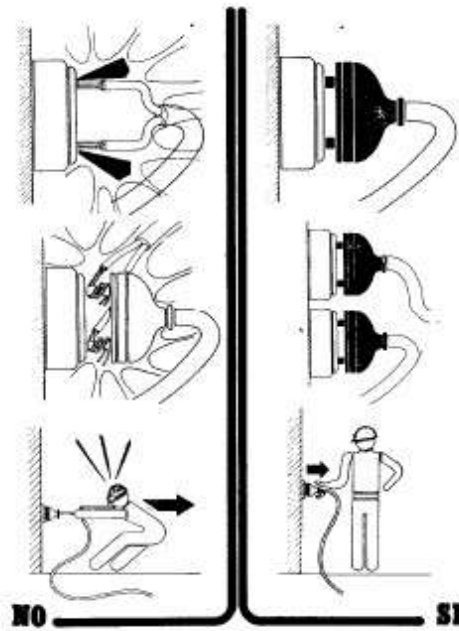
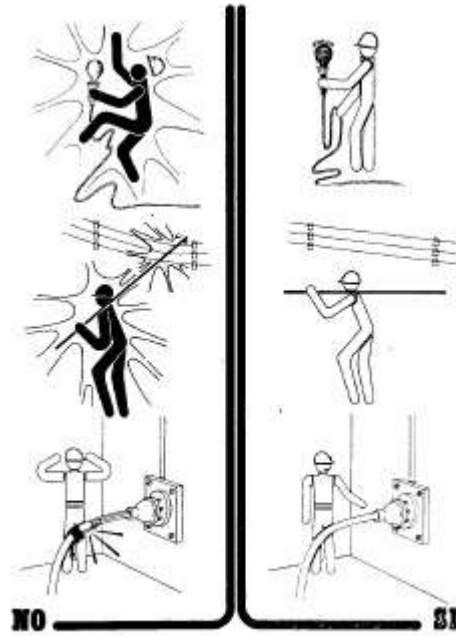


5. Planos de seguridad y salud

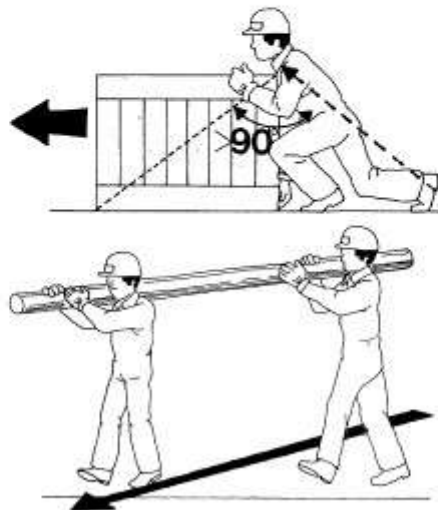
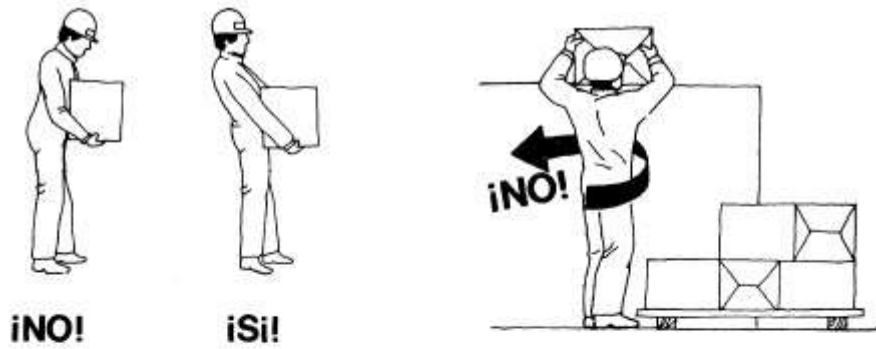
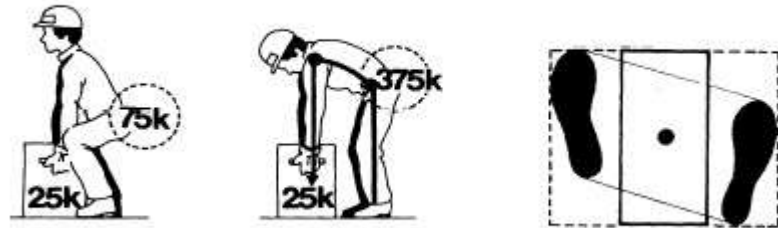
- Plano 01 - Instalación eléctrica provisional en Obra.
- Plano 02 - Manipulación manual de cargas.
- Plano 03 - Orden y limpieza.
- Plano 04 - Maquinaria de Obra.
- Plano 05 - Elementos de izado.
- Plano 06 - Escaleras.
- Plano 07 - Andamios.
- Plano 08- Excavación. Apertura de Zanjas.

Plano 01: INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA





Plano 02: MANIPULACION MANUAL DE CARGAS



Plano 03: ORDEN Y LIMPIEZA



Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.



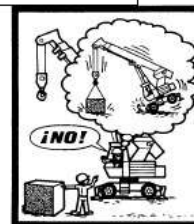
Plano 04: MAQUINARIA DE OBRA



Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

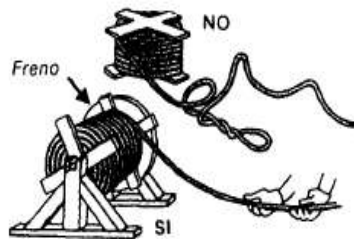
Plano 05: ELEMENTOS DE IZADO



Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.

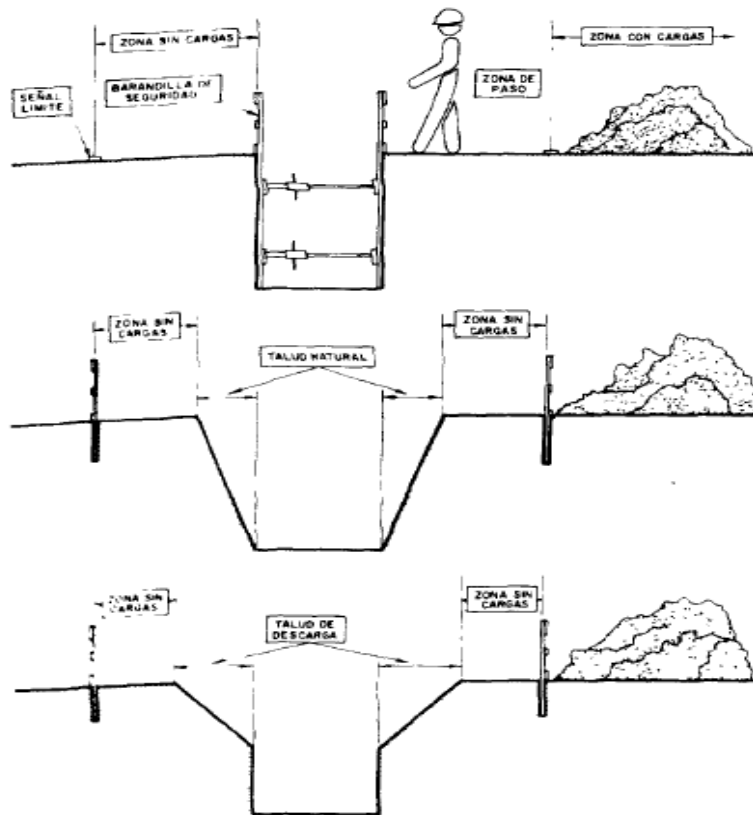


Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad



Plano 06: ESCALERAS





Las zanjas deben entibarse.

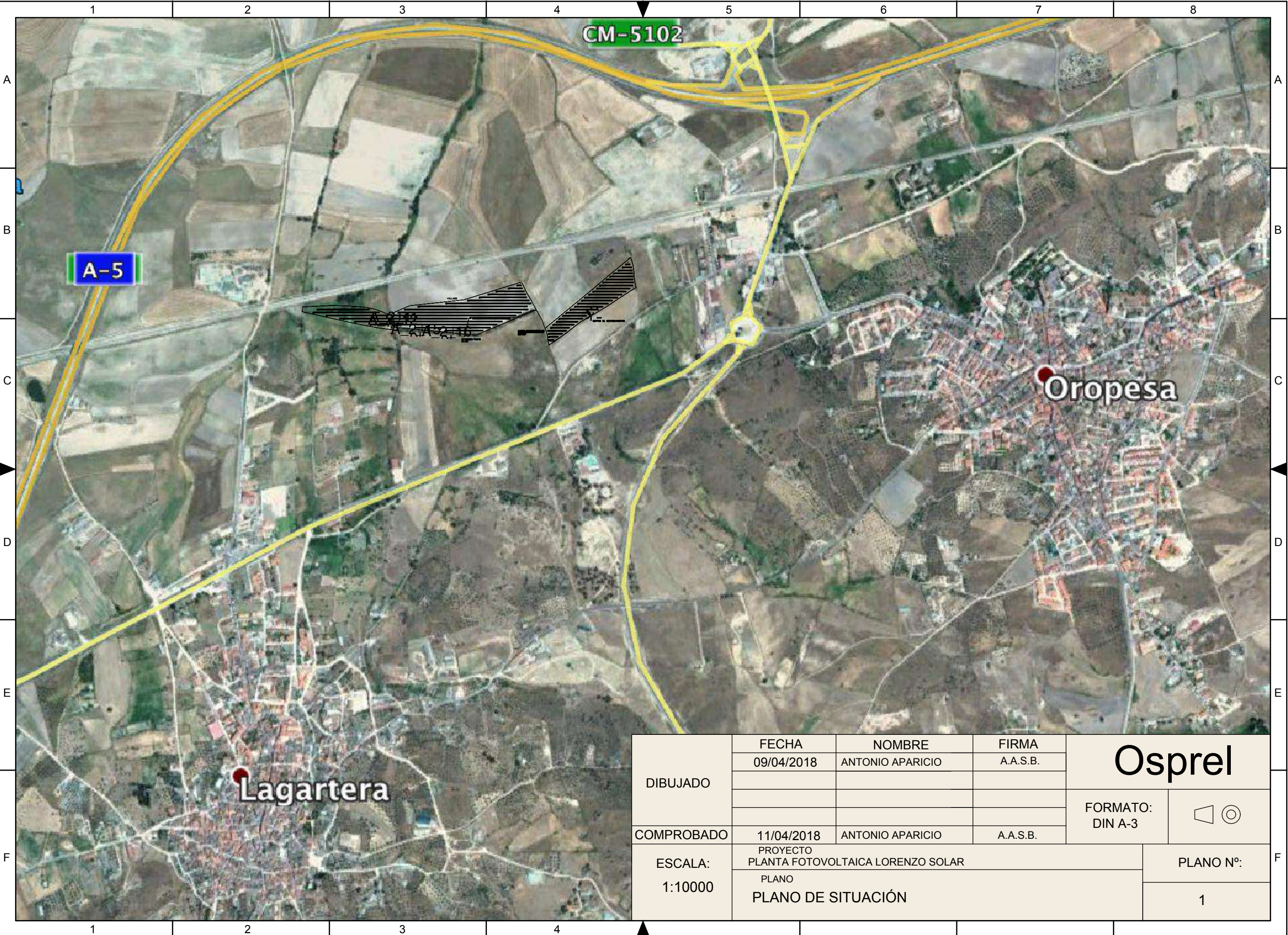


Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.



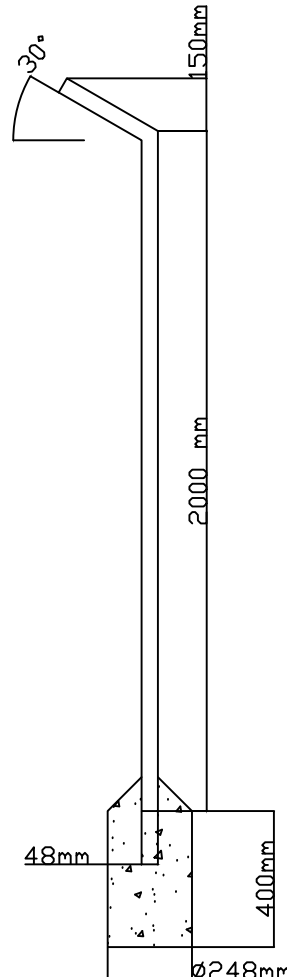
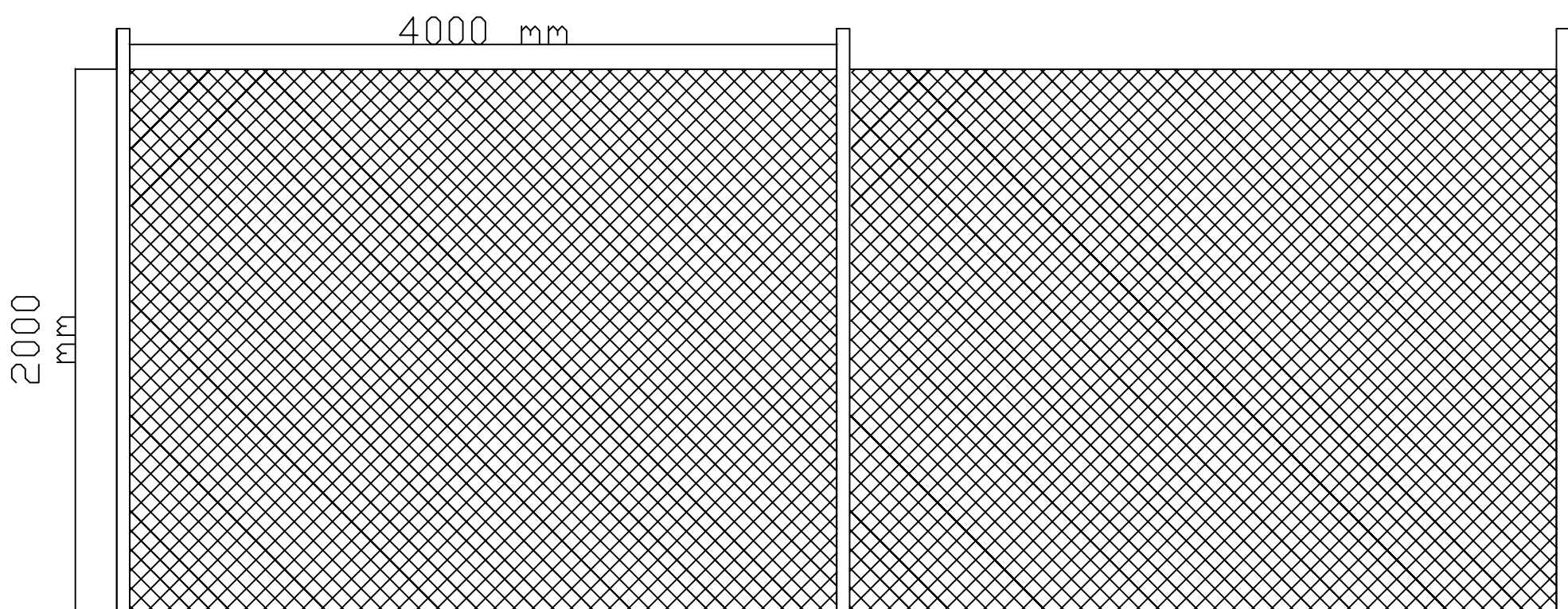
DOCUMENTO VIII. PLANOS

1.	PLANO DE SITUACIÓN	2
2.	PLANO DE EMPLAZAMIENTO	3
3.	PLANO DE CERRAMIENTOS.....	4
4.	DISTANCIAS E INFRAESTRUCTURAS.....	5
5.	PLANO STRING	6
6.	PLANO DE ESTRUCTURA	7
7.	PLANO DE TELEMANDO IBERDROLA.....	8
8.	PLANO DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	9
9.	PLANO DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN.....	10

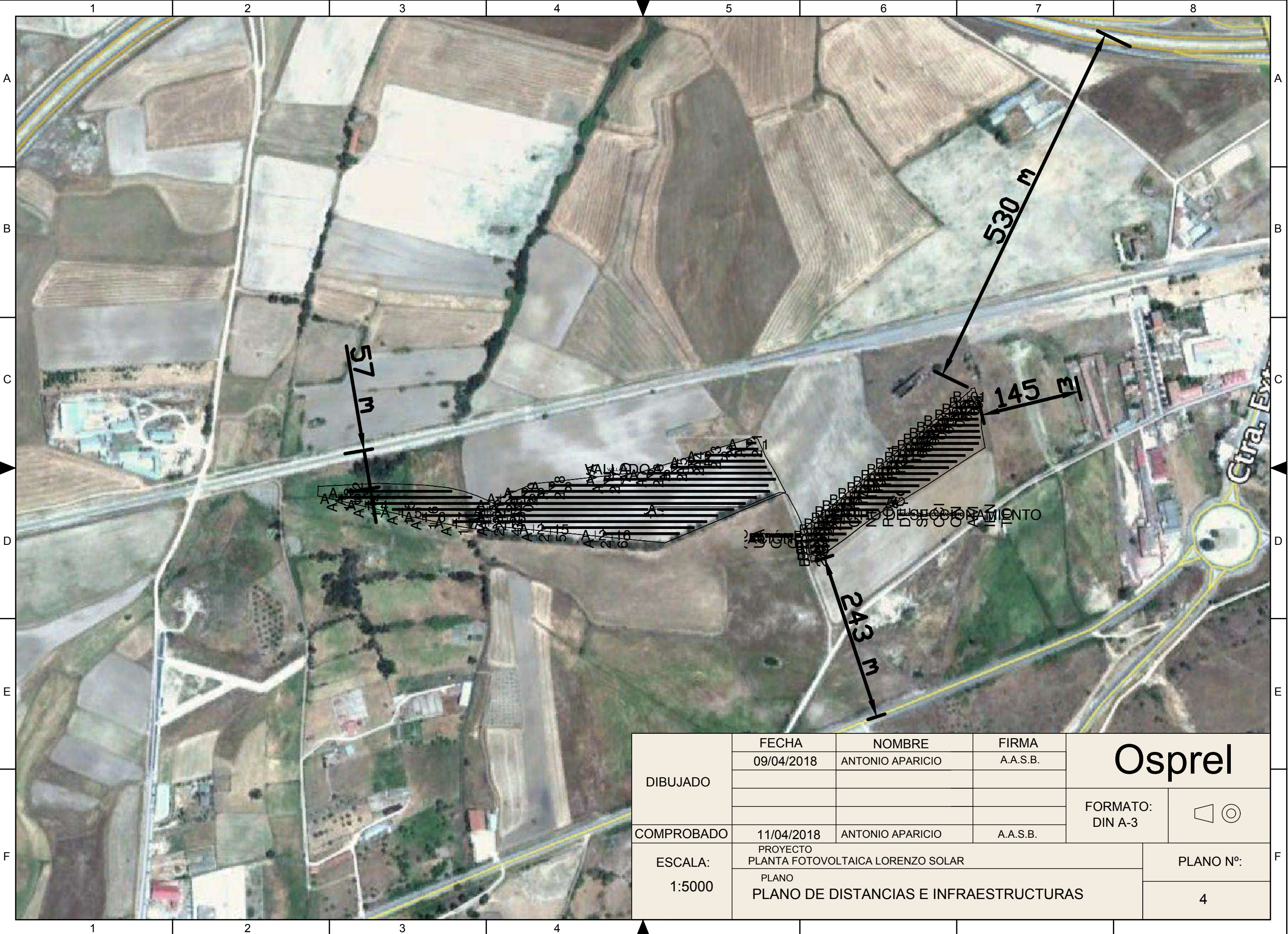




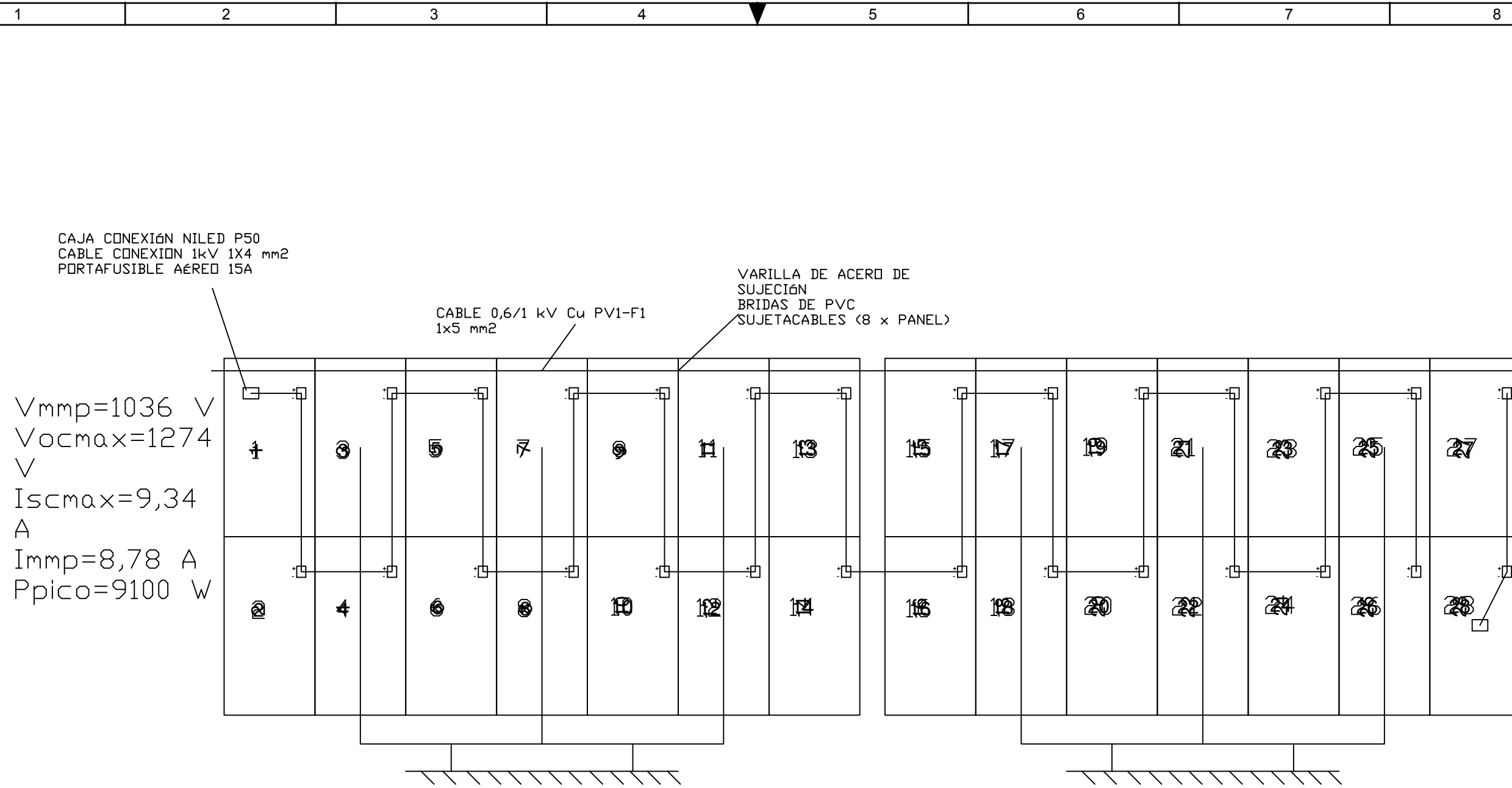
Cerramiento con malla S.T. 50/14, galvanizada, de 2.00m de altura. Postes de tubo redondo de 48 mm, galvanizados en caliente, colocados cada 4m y hormigonados 40cm al suelo, con p.p. de postes de tensión arriostrados con tornapunta, alambres y accesorios necesarios para su correcto montaje. Además de, tres hileras de alambre de espinos en la parte superior del cerramiento sobre brazo voladizo.



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Osprel	
	09/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.		
	COMPROBADO	11/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.	FORMATO: DIN A-3
ESCALA: N.A.	PROYECTO PLANTA FOTOVOLTAICA LORENZO SOLAR				PLANO N°:
	PLANO PLANO DE CERRAMIENTO				3



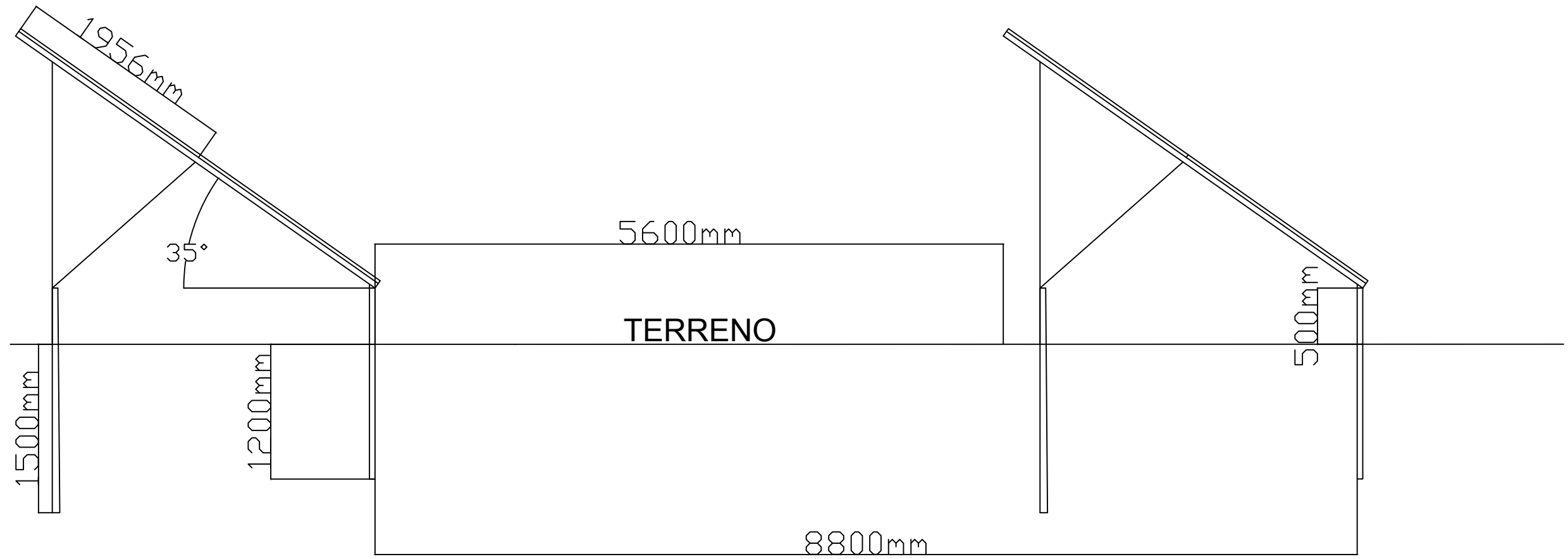
DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Osprel		
	09/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.			
				FORMATO: DIN A-3	 	
COMPROBADO	11/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.			
ESCALA: 1:5000	PROYECTO PLANTA FOTOVOLTAICA LORENZO SOLAR				PLANO N°:	
	PLANO PLANO DE DISTANCIAS E INFRAESTRUCTURAS				4	



DETALLE DE STRING SOBRE ESTRUCTURA Y
CABLEADO (28 PANELES FV)

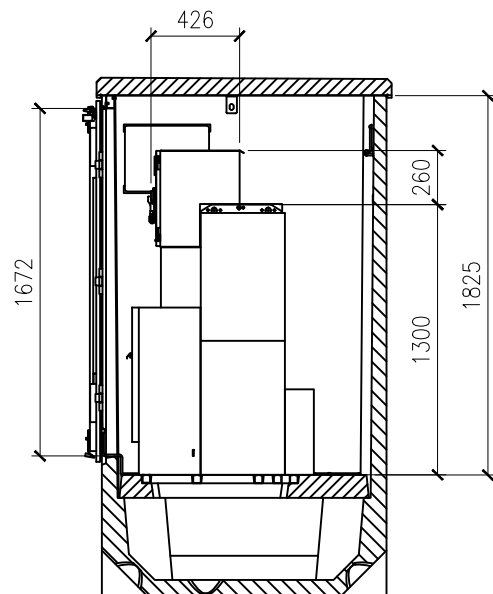
DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Osprel	
	09/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.		
	COMPROBADO	11/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.	FORMATO: DIN A-3
ESCALA: N.A.	PROYECTO PLANTA FOTOVOLTAICA LORENZO SOLAR				PLANO N°:
	PLANO PLANO DE STRING				5

SECCIÓN UNIDAD ESTRUCTURAL

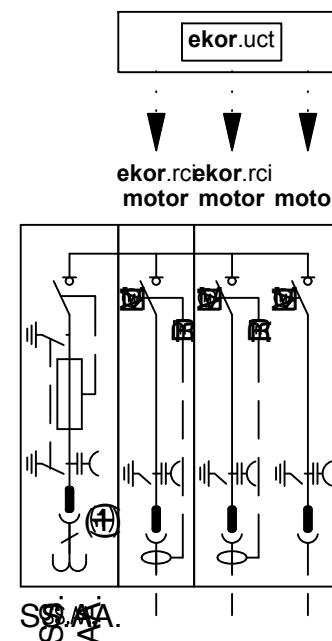
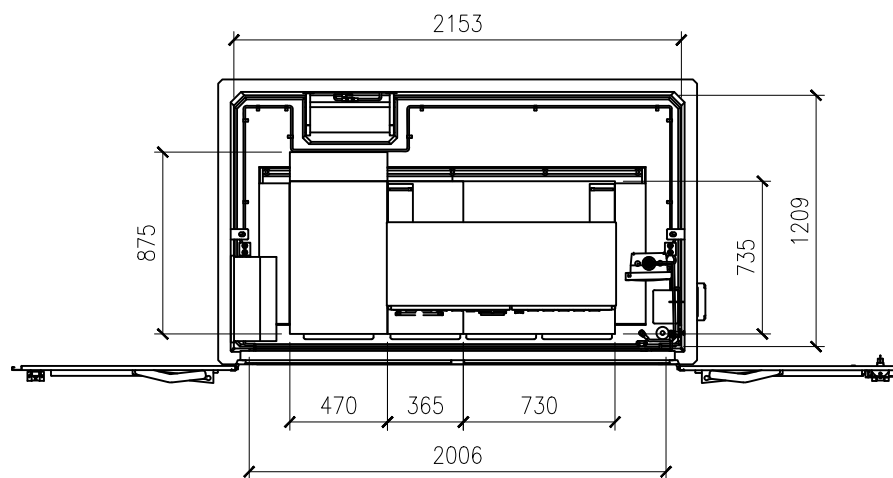
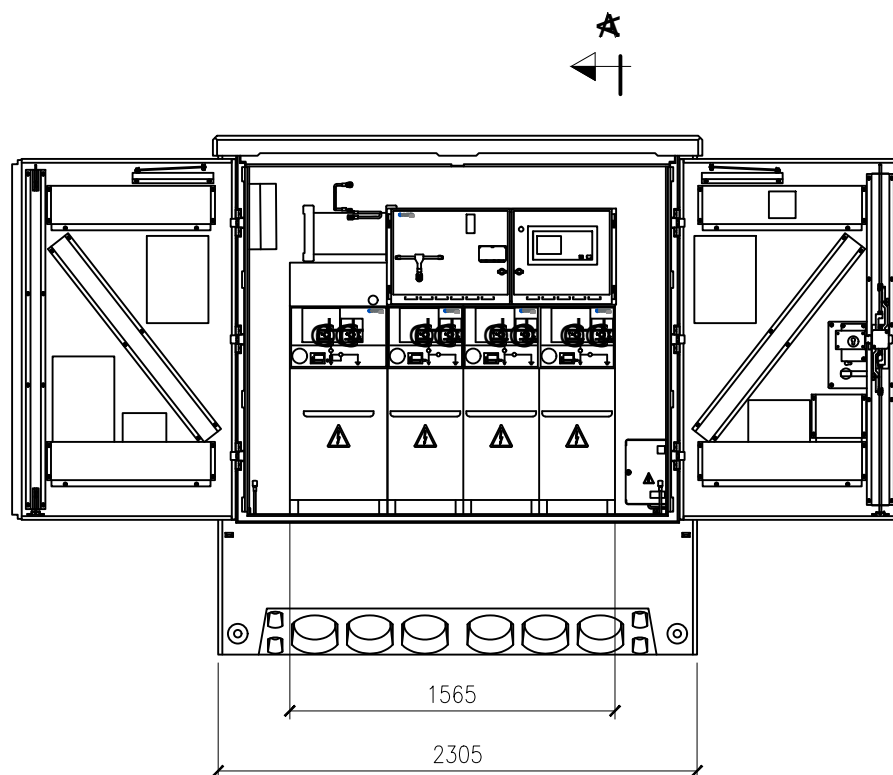


ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO CON 4 SOPORTES HINCHADOS
PERFILES EN ACERO AL CARBONO SD-250 GD, GALVANIZADO Z-350
SOPORTES EN ACERO AL CARBONO S 235 JR, GALVANIZADOS EN CALIENTE DE 80 micras
TORNILLERIA DE ACERO CALIDAD 8.8, RECUBRIMIENTO BICROMATADO
PIEZAS DE SUJECIÓN DE LOS MÓDULOS DE ACERO INOXIDABLE

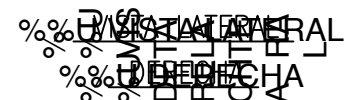
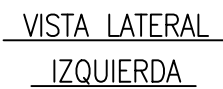
DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Osprel	
	09/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.		
				FORMATO: DIN A-3	 
COMPROBADO	11/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.		
ESCALA: N.A.	PROYECTO PLANTA FOTOVOLTAICA LORENZO SOLAR			PLANO N°:	
	PLANO PLANO DE ESTRUCTURA			6	



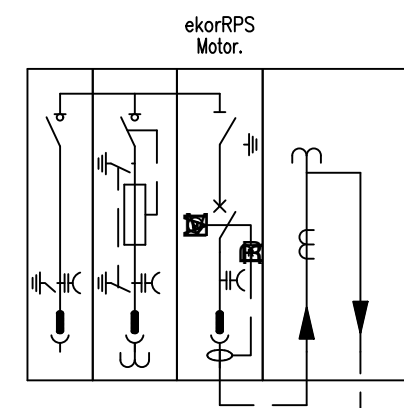
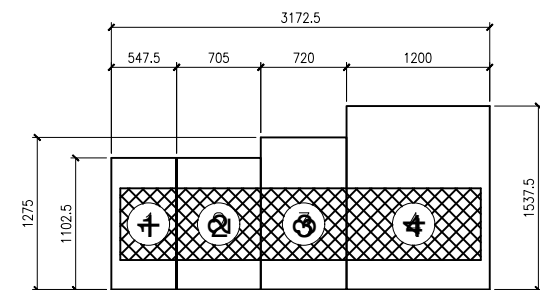
SECCIÓN A-A



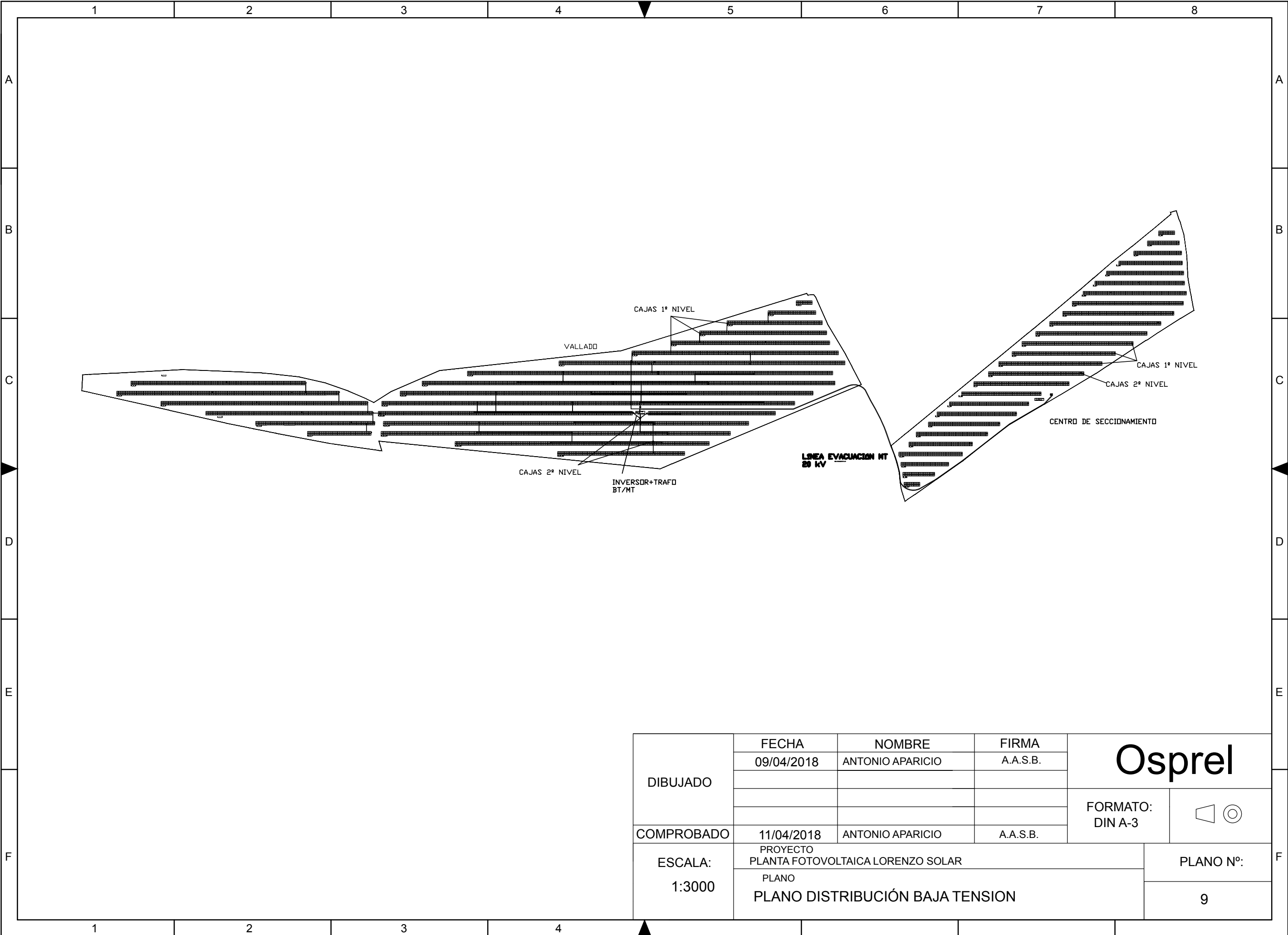
DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Osprel	
	09/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.		
				FORMATO: DIN A-3	 
COMPROBADO	11/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.		
ESCALA: N.A.	PROYECTO PLANTA FOTOVOLTAICA LORENZO SOLAR			PLANO N°:	
	PLANO PLANO DE TELEMANDO IBERDROLA			7	



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
4.08 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Osprel	
	09/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.		
				FORMATO: DIN A-3	 
COMPROBADO	11/04/2018	ANTONIO APARICIO	A.A.S.B.		
ESCALA: N.A.	PROYECTO PLANTA FOTOVOLTAICA LORENZO SOLAR				PLANO N°:
	PLANO PLANO DE CENTRO DE SECCIONAMINETO				8





DOCUMENTO IX. ESTUDIO ECONÓMICO

DOCUMENTO IX. ESTUDIO ECONÓMICO

Este documento contiene un estudio de la rentabilidad y parámetros económico-financieros que demuestran la viabilidad económica de este proyecto. Una planta solar fotovoltaica es un generador de energía eléctrica que inyecta a las redes de la zona la energía generada neta. Esta energía generada se remunera a través de distintos mecanismos. En el caso de España esta energía se puede vender en el mercado mayorista a través del operador del mercado (OMIE) utilizando de intermediarios a un agente de mercado que día a día opera en los mercados diarios e intra-diarios. Otros mecanismos son los contratos bilaterales con grandes consumidores que quieren garantizarse un precio fijo o poco volátil, además hoy día este tipo de proyectos renovables consigue la financiación con bancos y fondos de inversión con la condición de tener firmado un contrato financiero de cobertura de riesgo con alguna entidad que asegure el precio de la energía durante 5 o 10 años y garantice así el retorno de la inversión. Estos últimos hoy día se llaman más coloquialmente contratos PPA (*Power Purchase Agreement*). En el caso de este proyecto se firma un PPA con una entidad que garantiza un precio fijo de la energía durante los 5 o 10 primeros años. Los datos que se van a dar no son exactos pero pueden ser tomados como precios y datos bastante razonables.

En el caso de un PPA a 5 años, se establece un precio fijo de 44.1 €/MWh y a partir de ahí se fija un precio de 40 €/MWh como un precio medio anual conservador en el mercado eléctrico español, se espera desde la promotora e inversores de este proyecto que esas condiciones sean mejores, pero se establecen esos precios para ser más conservadores.

En el caso de un PPA a 10 años, se establece un precio fijo de 41 €/MWh e igual que antes 40 €/MWh a partir de la finalización del PPA.

Existe la opción de ir directamente al mercado diario pero como se ha comentado para poder financiar este proyecto la firma de un PPA mejora las condiciones financieras y la accesibilidad a capital no propio.

Se tiene en cuenta el impuesto especial a la electricidad del 7% como costes variables, un coste fijo de 300€/ha en concepto de alquiler, otros costes variables valorados en 3

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

€/MWh en concepto de seguros y mantenimiento. Este mantenimiento se estima en torno a esas cifras ya que es una planta solar de ejes fijos con un bajo coste directo.

Para saber las cifras por donde deben establecerse el mantenimiento del mismo, se hace otro estudio paralelo, en vez de establecer los costes variables por energía generada, se hará por potencia contratada, siendo así los conceptos estudiados con proveedores de estos mismos servicios.

Concepto	Rango de presupuesto
Total	4.900 €/MW-año
Mantenimiento General del Emplazamiento	500 €/MW-año
Inspección y mantenimiento de la línea de MT y Centro de Seccionamiento	500 €/MW-año
Inspección y mantenimiento eléctrico	1.000 €/MW-año
Mantenimiento de paneles/Lavado de los paneles	1.000 €/MW-año
Mantenimiento de inversores	400 €/MW-año
Mantenimiento de vegetación	200 €/MW-año
Mantenimiento de vallado	300 €/MW-año
Repuestos	1.000 €/MW-año

Tabla 1. Costes variables por MW-año

Esa última tabla no tendría mucho sentido manteniendo el nombre de costes variables sino se escalase a un valor dependiente de la energía generada, pero tiene sentido para tener en cuenta un orden de magnitud contrastable con lo ofrecido por distintos fabricantes y proveedores de servicios de mantenimiento de plantas solares fotovoltaicas.

Con ese resultado se tendría un coste total de 19.600 €/año para la planta que podría desglosarse para una generación equivalente de 1.900 horas de sol, es decir 7.6 GW, dando así un coste variable de 2.56 €/MWh. Esto permite establecer el coste unitario variable para los cálculos financieros en 3 €/MWh como un valor razonable y probable.

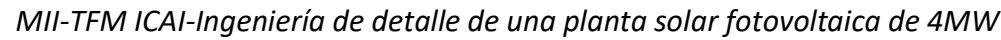
Se supone una depreciación del 10% a los 20 años de vida útil de la planta sobre el valor de la inversión inicial, además se calcula de forma lineal año en año.

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

De cara a financiar el proyecto, se financia un 80% por una entidad bancaria con una tasa de interés del 2% y un periodo de retorno del principal entre 10 y 11 años. Además la tasa de descuento aplicada para actualizar el valor de los flujos de caja futuros es del 7% con la que se comparará además el TIR esperado de la inversión.

Aunque la vida útil de estas instalaciones se establece en 25 años según el Real Decreto 359/2017 por el que se regula las última subastas de energía renovables en España, se sabe que estas instalaciones pueden llegar a los 30 años de operación obteniendo rendimientos altos. De esta manera se incluyen los flujos de caja hasta los 30 años de operación teniendo en cuenta una pérdida de eficiencia del 0,05% durante los 10 primeros años y del 0,5% desde entonces en adelante.

A continuación se presenta una imagen del modelo financiero donde se calculan los parámetros necesarios y los flujos de caja. Es un modelo financiero de elaboración propia, no es el objetivo de este proyecto explicar detalladamente las entradas financieras pero sí que se quiere expresar que es un cálculo detallado y del que se sacan distintos escenarios de generación y venta de energía para observar la viabilidad económica del proyecto.

Antonio Aparicio Sáez-Bravo



MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

Cuarto Periodo PPA					Quinto Periodo PPA					Sexto Periodo PPA				
40,00 €					40,00 €					40,00 €				
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
304.000,00	306.886,48	309.800,37	312.741,92	315.711,41	304.000,00	306.886,48	309.800,37	312.741,92	315.711,41	304.000,00	306.886,48	309.800,37	312.741,92	315.711,41
26.470,09	26.734,79	27.002,14	27.272,16	27.544,88	27.820,33	28.098,54	28.379,52	28.663,32	28.949,95	29.239,45	29.531,84	29.827,16	30.125,43	30.426,69
2.229,06	2.251,35	2.273,86	2.296,60	2.319,57	2.342,76	2.366,19	2.389,85	2.413,75	2.437,89	2.462,27	2.486,89	2.511,76	2.536,88	2.562,25
275.300,85	277.900,34	280.524,36	283.173,16	285.846,95	273.836,90	276.421,75	279.030,99	281.664,85	284.323,57	272.298,28	274.867,74	277.461,44	280.079,61	282.722,47
15.525,64	15.525,64	15.525,64	15.525,64	15.525,64										
259.775,20	262.374,69	264.998,72	267.647,51	270.321,31	273.836,90	276.421,75	279.030,99	281.664,85	284.323,57	272.298,28	274.867,74	277.461,44	280.079,61	282.722,47
18.184,26	18.366,23	18.549,91	18.735,33	18.922,49	19.168,58	19.349,52	19.532,17	19.716,54	19.902,65	19.060,88	19.240,74	19.422,30	19.605,57	19.790,57
241.590,94	244.008,46	246.448,81	248.912,19	251.398,82	254.668,32	257.072,23	259.498,82	261.948,31	264.420,92	253.237,40	255.627,00	258.039,14	260.474,04	262.931,90
														(195.623,10)
														195.623,10
257.116,58	259.534,11	261.974,45	264.437,83	266.924,46	254.668,32	257.072,23	259.498,82	261.948,31	264.420,92	253.237,40	255.627,00	258.039,14	260.474,04	262.931,90
														195.623,10
257.116,58	259.534,11	261.974,45	264.437,83	266.924,46	254.668,32	257.072,23	259.498,82	261.948,31	264.420,92	253.237,40	255.627,00	258.039,14	260.474,04	458.555,00
257.116,58	259.534,11	261.974,45	264.437,83	266.924,46	254.668,32	257.072,23	259.498,82	261.948,31	264.420,92	253.237,40	255.627,00	258.039,14	260.474,04	458.555,00
257.116,58	259.534,11	261.974,45	264.437,83	266.924,46	254.668,32	257.072,23	259.498,82	261.948,31	264.420,92	253.237,40	255.627,00	258.039,14	260.474,04	458.555,00
882.873,79	1.142.407,90	1.404.382,35	1.668.820,18	1.935.744,64	2.190.412,96	2.447.485,19	2.706.984,01	2.968.932,32	3.233.353,24	3.486.590,64	3.742.217,64	4.000.256,79	4.260.730,82	4.719.285,82

Tabla 2. Flujo de caja financiero del proyecto Lorenzo Solar

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

Para poder analizar la rentabilidad se hacen algunos escenarios para ver la sensibilidad de la viabilidad económica en distintos escenarios.

La financiación se queda constante, los costes del mismo se mantienen constantes puesto que se considera por parte de la promotora que no serán muy distintos como costes variables. Se va a tocar la sensibilidad ante los cambios en la producción, con escenarios de 1800, 1900 y 2000 horas equivalentes, es decir con una diferencia de $\pm 5\%$ de generación. Como ya se ha analizado en el proyecto, se estiman producciones de 1900 horas equivalentes, pero por experiencia y la situación de plantas solares fotovoltaicas de la zona donde se instalará la misma, se sabe que la radiación anual anda más cerca de las 2000 horas equivalentes anuales.

Para el escenario de PPA a 5 años se tiene:

	1.800 horas	1.900 horas	2.000 horas
Financiado 100% con Fondos Propios			
Valor Actual	3.232.258,12 €	3.411.184,68 €	3.590.111,24 €
r:	7,0%	7,0%	7,0%
Valor Neto Actual	16.324,44 €	195.251,00 €	374.177,56 €
TIR	7,1%	7,6%	8,2%
Flujo de caja acumulado	4.566.965,07 €	4.990.791,34 €	5.414.617,61 €
Periodo de retorno	12,30 years	11,62 years	11,00 years
Financiado 80% con Deuda y 20% Fondos propios			
Valor Actual	1.298.968,14 €	1.452.890,41 €	1.609.688,51 €
r:	7,0%	7,0%	7,0%
Valor Neto Actual	567.137,30 €	721.059,56 €	877.857,66 €
TIR	10,4%	11,2%	12,0%
Flujo de caja acumulado	4.278.646,36 €	4.719.285,82 €	5.157.503,99 €
Periodo de retorno	13,45 years	12,65 years	11,93 years

Tabla 3. Índices de rentabilidad del proyecto para la firma de un PPA a 5 años

MII-TFM ICAI-Ingeniería de detalle de una planta solar fotovoltaica de 4MW

Para el escenario de PPA a 10 años se tiene:

	1.800 horas	1.900 horas	2.000 horas
Financiado 100% con Fondos Propios			
Valor Actual	3.165.551,67 €	3.340.772,32 €	3.515.992,96 €
r:	7,0%	7,0%	7,0%
Valor Neto Actual	-50.382,01 €	124.838,64 €	300.059,28 €
TIR	6,8%	7,4%	7,9%
Flujo de caja acumulado	4.495.309,19 €	4.915.154,57 €	5.334.999,96 €
Periodo de retorno	12,59 years	11,91 years	11,29 years
Financiado 80% con Deuda y 20% Fondos propios			
Valor Actual	1.257.289,84 €	1.407.922,87 €	1.561.109,22 €
r:	7,0%	7,0%	7,0%
Valor Neto Actual	525.458,99 €	676.092,02 €	829.278,37 €
TIR	10,1%	10,9%	11,7%
Flujo de caja acumulado	4.190.919,69 €	4.627.505,31 €	5.061.941,18 €
Periodo de retorno	13,80 years	13,00 years	12,28 years

Por tanto se puede afirmar que el proyecto será viable económicamente con cualquiera de los escenarios ante una financiación 80% del banco y las condiciones dadas.



DOCUMENTO X. BIBLIOGRAFÍA



DOCUMENTO X. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *REE, Servicios de Ajuste del Sistema, avance 2017*
- [2] *APPA. Asociación de Empresas de Energías Renovables. www.appa.es*
- [3] *IDAE, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red-Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica*
- [4] *Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Miguel Moro Vallina , S.A. ediciones paraninfo, 2010*
- [5] *Sig-Pac. Visor Satélite. <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>*
- [6] *PVGIS. Solar Software. <http://photovoltaic-software.com/pvgis.php>*
- [7] *REE. Precios de la energía. <https://www.esios.ree.es/es/pvpc?date=12-06-2016>*
- [8] *Resolución de 20/04/2017, de la Dirección General de Industria, Energía y Minería, por la que se convocan ayudas, cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, para el aprovechamiento de las energías renovables en Castilla-La Mancha para 2017*
- [9] *Ley 15/2012, 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética*
- [10] *Condiciones técnicas de la instalación de producción eléctrica conectada a la red de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U. MT 3.53.01, Marzo, 2016.*
- [11] *Guía para instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (132 kV)*
- [12] *Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.*
- [13] *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*
- [14] *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.*



- [15] Orden ETU/615/2017, de 27 de junio, por la que se determina el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico, los parámetros retributivos correspondientes, y demás aspectos que serán de aplicación para el cupo de 3.000 MW de potencia instalada, convocado al amparo del Real Decreto 650/2017, de 16 de junio.
- [16] Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, por el que se establece una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en el sistema eléctrico peninsular.
- [17] Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- [18] Servidumbres y limitaciones de dominio según la legislación sectorial autonómica y estatal.
- [19] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. 3º Edición 2016. Benilde Bueno.
- [20] Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión. 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.

