



Universidad de Valladolid

Escuela Universitaria
de Ingenierías Agrarias

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA -20 KW PARA
CONEXIÓN A RED**

~~~~~

**AUTOR: SILVIA SACRISTÁN BENITO**

**DEPARTAMENTO: : INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR: EPIFANIO DÍEZ DELSO  
COTUTOR: JAVIER DE LA FUENTE LEÓN**

**SORIA, JULIO DE 2014**

***AUTORIZACIÓN del TUTOR  
del TRABAJO FIN DE GRADO***

D. JAVIER DE LA FUENTE LEÓN, profesor del departamento INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL como Tutor del TFG titulado INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXIÓN A RED presentado por el alumno D. SILVIA SACRISTÁN BENITO da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que cumple los requisitos para ser presentado ante el tribunal.

Soria, 30 de Julio de 2014

El Tutor del TFG,

Fdo.: JAVIER DE LA FUENTE LEÓN

## ***RESUMEN del TRABAJO FIN DE GRADO***

TÍTULO: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXIÓN A RED

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL

TUTOR: EPIFANIO DÍEZ DELSO; COTUTOR: JAVIER DE LA FUENTE LEÓN

AUTOR: SILVIA SACRISTÁN BENITO

### RESUMEN:

Este TFG trata sobre el diseño de una instalación de generación eléctrica de una potencia nominal de 20 kW mediante paneles fotovoltaicos. Estos paneles se situarán sobre la cubierta de una nave industrial en la localidad de Soria. Toda la energía producida será vertida a la red eléctrica de baja tensión, abasteciendo al entorno cercano.

Se describe, el funcionamiento de una instalación de este tipo, en la cual el componente más destacado es el panel fotovoltaico, que genera corriente continua cuando es expuesto a la radiación solar. Esta corriente es transformada en alterna mediante los inversores, que además se encargan de regular su tensión y frecuencia.

Se eligieron paneles fotovoltaicos de células de silicio monocristalino y de una potencia pico de 160 Wp. En cuanto a los inversores, se optó por instalar 2 unidades de 10 kW de potencia nominal.

El esquema eléctrico resultante de aplicar todos los criterios de diseño más las limitaciones que imponen los inversores consiste en 5 series de 15 paneles por inversor. Esto supone un total de 150 paneles y una potencia pico instalada de 24 kWp.

La cubierta de la nave tiene una inclinación de  $8,5^\circ$ , y los paneles se colocarán sobre estructuras metálicas, sin seguimiento solar, con una pendiente de  $30^\circ$  respecto a la horizontal y un azimut de  $15^\circ$ . Los inversores se situarán en el exterior de la nave, en un armario compartido con los cuadros de protección y control de continua, de alterna y con el equipo de medida. Una única línea trifásica evacuará la energía producida directamente a la red de B.T. del polígono.

Otros apartados importantes del TFG son el cálculo del cableado y las protecciones, el cálculo estructural, y el estudio energético mediante el que se calculará la energía producida anualmente. También se incluye en este TFG el pliego de condiciones que establece los derechos, obligaciones y garantías entre todas las partes que intervienen en la ejecución y puesta en marcha de este TFG. También se ha realizado un estudio básico de seguridad y salud con las normas aplicables durante la ejecución de la instalación.



## **ÍNDICE GENERAL**

|            |                                                                                                                     |           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>DOCUMENTO Nº1: MEMORIA</b>                                                                                       | <b>9</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>MEMORIA.</b>                                                                                                     | <b>9</b>  |
| 1.1.1      | INTRODUCCIÓN AL PROYECTO                                                                                            | 9         |
| 1.1.2      | CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS                                                                                        | 14        |
| 1.1.3      | INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA                                                                        | 15        |
| 1.1.4      | DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR                                                                                           | 25        |
| 1.1.5      | DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN                                                             | 39        |
| 1.1.6      | RED DE BAJA TENSIÓN                                                                                                 | 44        |
| 1.1.7      | INSTALACIÓN MECÁNICA Y OBRA CIVIL                                                                                   | 49        |
| 1.1.8      | ESTUDIO ENERGÉTICO                                                                                                  | 51        |
| 1.1.9      | BIBLIOGRAFÍA                                                                                                        | 58        |
| <b>1.2</b> | <b>ANEJOS A LA MEMORIA</b>                                                                                          | <b>59</b> |
| 1.2.1      | CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS                                                                                             | 59        |
| 1.2.2      | JUSTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES | 82        |
| 1.2.3      | DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y ESTUDIO DE AFECCIONES MEDIOAMBIENTALES                                                | 84        |
| <b>2</b>   | <b>DOCUMENTO Nº2: PLANOS</b>                                                                                        | <b>99</b> |
| <b>2.1</b> | <b>LISTADO DE PLANOS</b>                                                                                            | <b>99</b> |
| 2.1.1      | PLANO 1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO                                                                                  | 99        |
| 2.1.2      | PLANO 2: ESTRUCTURA DE CUBIERTA-ESTADO ACTUAL                                                                       | 99        |
| 2.1.3      | PLANO 3: PLANTA DE CUBIERTA-ESTADO ACTUAL                                                                           | 99        |
| 2.1.4      | PLANO 4: ESTRUCTURA SOPORTE                                                                                         | 99        |
| 2.1.5      | PLANO 5: PERFILES ESTRUCTURALES                                                                                     | 99        |
| 2.1.6      | PLANO 6: GENERADOR FOTOVOLTAICO. ALZADOS                                                                            | 99        |
| 2.1.7      | PLANO 7: REPLANTEO PANELES                                                                                          | 99        |
| 2.1.8      | PLANO 8: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN PLANTA. ESQUEMAS Y DETALLES.                                                      | 99        |



|            |                                                                                             |            |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3</b>   | <b>DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES</b>                                                 | <b>103</b> |
| <b>3.1</b> | <b>OBJETO</b>                                                                               | <b>103</b> |
| <b>3.2</b> | <b>GENERALIDADES</b>                                                                        | <b>103</b> |
| <b>3.3</b> | <b>COMPONENTES Y MATERIALES</b>                                                             | <b>105</b> |
| 3.3.1      | EQUIPOS                                                                                     | 105        |
| 3.3.2      | RECEPCIÓN Y PRUEBAS.                                                                        | 113        |
| <b>3.4</b> | <b>MONTAJE DE EQUIPOS.</b>                                                                  | <b>113</b> |
| 3.4.1      | MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.                                                                      | 113        |
| 3.4.2      | INVERSOR.                                                                                   | 114        |
| 3.4.3      | PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.                                                             | 115        |
| 3.4.4      | GARANTÍA DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN.                                                  | 115        |
| <b>3.5</b> | <b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.</b>                                                           | <b>116</b> |
| 3.5.1      | MANTENIMIENTO PREVENTIVO.                                                                   | 116        |
| 3.5.2      | MANTENIMIENTO CORRECTIVO.                                                                   | 117        |
| <b>4</b>   | <b>DOCUMENTO Nº4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>                                   | <b>121</b> |
| <b>4.1</b> | <b>PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES</b>                                                      | <b>121</b> |
| 4.1.1      | INTRODUCCION.                                                                               | 121        |
| 4.1.2      | SERVICIOS DE PREVENCIÓN.                                                                    | 121        |
| 4.1.3      | CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.                                               | 122        |
| <b>4.2</b> | <b>DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.</b>                | <b>124</b> |
| 4.2.1      | INTRODUCCION.                                                                               | 124        |
| 4.2.2      | OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.                                                                | 124        |
| <b>4.3</b> | <b>DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.</b> | <b>130</b> |
| 4.3.1      | INTRODUCCIÓN.                                                                               | 130        |
| 4.3.2      | OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.                                                          | 131        |



|            |                                                                                                                                        |            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.4</b> | <b>DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.</b>                  | <b>132</b> |
| 4.4.1      | INTRODUCCIÓN.                                                                                                                          | 132        |
| 4.4.2      | OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.                                                                                                     | 133        |
| <b>4.5</b> | <b>DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.</b> | <b>140</b> |
| 4.5.1      | INTRODUCCION.                                                                                                                          | 140        |
| 4.5.2      | OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.                                                                                                 | 140        |
| <b>5</b>   | <b>DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO</b>                                                                                                      | <b>145</b> |
| <b>5.1</b> | <b>CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS</b>                                                                                                     | <b>145</b> |
| <b>5.2</b> | <b>CUADRO DE DESCOMPUESTOS</b>                                                                                                         | <b>150</b> |
| <b>5.3</b> | <b>MEDICIONES Y PRESUPUESTO</b>                                                                                                        | <b>156</b> |
| <b>5.4</b> | <b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>                                                                                                         | <b>161</b> |





## **ÍNDICE MEMORIA**

|            |                                                                  |          |
|------------|------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b>   | <b>DOCUMENTO Nº1: MEMORIA</b>                                    | <b>9</b> |
| <b>1.1</b> | <b>MEMORIA.</b>                                                  | <b>9</b> |
| 1.1.1      | INTRODUCCIÓN AL PROYECTO                                         | 9        |
| 1.1.1.1    | ANTECEDENTES                                                     | 9        |
| 1.1.1.2    | OBJETO DEL PROYECTO                                              | 11       |
| 1.1.1.3    | SITUACIÓN                                                        | 11       |
| 1.1.1.4    | APLICACIÓN DEL CTE                                               | 11       |
| 1.1.1.5    | NORMAS SEGUIDAS                                                  | 11       |
| 1.1.2      | CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS                                     | 14       |
| 1.1.2.1    | CARACTERÍSTICAS DEL SOLAR                                        | 14       |
| 1.1.2.2    | ESTADO ACTUAL.                                                   | 14       |
| 1.1.2.3    | CONDICIONES URBANÍSTICAS                                         | 14       |
| 1.1.3      | INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA                     | 15       |
| 1.1.3.1    | SISTEMAS QUE FORMAN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED | 17       |
| 1.1.3.2    | SITUACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL MUNDO           | 19       |
| 1.1.3.3    | SITUACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA             | 21       |
| 1.1.3.3.1  | MIX ENERGÉTICO                                                   | 21       |
| 1.1.3.3.2  | MARCO LEGAL VIGENTE                                              | 22       |
| 1.1.4      | DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR                                        | 25       |
| 1.1.4.1    | CARACTERÍSTICAS GENERALES                                        | 25       |
| 1.1.4.2    | DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR                                        | 25       |
| 1.1.4.3    | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO              | 26       |
| 1.1.4.4    | ÁMBITO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO                                | 26       |
| 1.1.4.5    | PANELES                                                          | 26       |
| 1.1.4.6    | DISPOSICIÓN DE LOS PANELES                                       | 28       |
| 1.1.4.7    | ÁREAS SOMBREADAS                                                 | 30       |
| 1.1.4.8    | RANGO DE TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO                          | 33       |
| 1.1.4.9    | RATIO DE PRODUCCIÓN                                              | 33       |





|            |                                                         |    |
|------------|---------------------------------------------------------|----|
| 1.1.4.10   | INVERSORES                                              | 33 |
| 1.1.4.10.1 | CARACTERÍSTICAS GENERALES                               | 36 |
| 1.1.4.10.2 | SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN                              | 37 |
| 1.1.5      | DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN | 39 |
| 1.1.5.1    | GENERALIDADES                                           | 39 |
| 1.1.5.2    | LÍNEAS ELÉCTRICAS.                                      | 40 |
| 1.1.5.3    | MODOS DE CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN.                        | 41 |
| 1.1.5.4    | SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL.                         | 41 |
| 1.1.5.5    | DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN, SEGURIDAD Y CABLEADO.       | 42 |
| 1.1.5.5.1  | CONTACTOS DIRECTOS.                                     | 42 |
| 1.1.5.5.2  | CONTACTOS INDIRECTOS                                    | 42 |
| 1.1.5.5.3  | CORTOCIRCUITOS                                          | 42 |
| 1.1.5.5.4  | SOBRECARGAS                                             | 42 |
| 1.1.5.5.5  | SOBRETENSIONES                                          | 43 |
| 1.1.5.6    | EQUIPOS DE MEDIDA.                                      | 43 |
| 1.1.5.7    | PUESTA A TIERRA                                         | 43 |
| 1.1.5.8    | ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA             | 43 |
| 1.1.6      | RED DE BAJA TENSIÓN                                     | 44 |
| 1.1.6.1    | GENERALIDADES                                           | 44 |
| 1.1.6.2    | PREVISIÓN DE POTENCIA                                   | 44 |
| 1.1.6.3    | PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN      | 44 |
| 1.1.6.4    | CARACTERÍSTICAS GENERALES                               | 45 |
| 1.1.6.5    | CANALIZACIONES.                                         | 45 |
| 1.1.6.6    | CONDUCTORES                                             | 45 |
| 1.1.6.7    | EMPALMES Y CONEXIONES.                                  | 46 |
| 1.1.6.8    | SISTEMAS DE PROTECCIÓN.                                 | 47 |
| 1.1.6.9    | PUESTA A TIERRA                                         | 48 |
| 1.1.7      | INSTALACIÓN MECÁNICA Y OBRA CIVIL                       | 49 |
| 1.1.7.1    | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.                          | 49 |
| 1.1.7.1.1  | ESTRUCTURA SOPORTE.                                     | 49 |
| 1.1.7.1.2  | ZANJAS Y CONDUCTOS                                      | 49 |
| 1.1.8      | ESTUDIO ENERGÉTICO                                      | 51 |



|            |                                                                                                                     |           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.1.8.1    | RADIACIÓN SOLAR                                                                                                     | 51        |
| 1.1.8.2    | ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS                                                                                          | 51        |
| 1.1.8.3    | CÁLCULO ENERGÉTICO                                                                                                  | 54        |
| 1.1.9      | BIBLIOGRAFÍA                                                                                                        | 58        |
| <b>1.2</b> | <b>ANEJOS A LA MEMORIA</b>                                                                                          | <b>59</b> |
| 1.2.1      | CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS                                                                                             | 59        |
| 1.2.1.1    | INTRODUCCIÓN                                                                                                        | 59        |
| 1.2.1.2    | CABLEADO                                                                                                            | 59        |
| 1.2.1.2.1  | FÓRMULAS JUSTIFICATIVAS                                                                                             | 59        |
| 1.2.1.2.2  | DEMANDA DE POTENCIAS                                                                                                | 61        |
| 1.2.1.2.3  | RESULTADOS                                                                                                          | 61        |
| 1.2.1.2.4  | CÁLCULOS DE LA PUESTA ATIERRA                                                                                       | 63        |
| 1.2.1.3    | ESTRUCTURA                                                                                                          | 64        |
| 1.2.1.3.1  | ACERO LAMINADO Y CONFORMADO                                                                                         | 64        |
| 1.2.1.3.2  | CÁLCULOS POR ORDENADOR                                                                                              | 64        |
| 1.2.1.3.3  | CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR                                                                        | 64        |
| 1.2.1.3.4  | ENSAYOS A REALIZAR                                                                                                  | 65        |
| 1.2.1.3.5  | ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN                                                                        | 65        |
| 1.2.1.3.6  | RESULTADOS METAL 3D                                                                                                 | 65        |
| 1.2.2      | JUSTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES | 82        |
| 1.2.2.1    | OBJETO Y APLICACIÓN:                                                                                                | 82        |
| 1.2.2.2    | DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN                                                                                       | 82        |
| 1.2.2.3    | APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIALES                             | 82        |
| 1.2.2.4    | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.                                                                                        | 82        |
| 1.2.3      | DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y ESTUDIO DE AFECCIONES MEDIOAMBIENTALES                                                | 84        |
| 1.2.3.1    | GENERALIDADES                                                                                                       | 84        |
| 1.2.3.2    | DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD                                                                                         | 84        |



|           |                                                                                                             |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.2.3.3   | VENTAJAS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA                                                   | 85 |
| 1.2.3.4   | EQUIPAMIENTO                                                                                                | 86 |
| 1.2.3.5   | INSTALACIONES                                                                                               | 86 |
| 1.2.3.6   | INFLUENCIAS EN EL ENTORNO.                                                                                  | 86 |
| 1.2.3.7   | CLASIFICACIÓN SEGÚN EL REGLAMENTO DE ACTIVIDADES M.I.N.P.                                                   | 87 |
| 1.2.3.8   | IMPACTO AMBIENTAL.                                                                                          | 87 |
| 1.2.3.8.1 | GENERALIDADES                                                                                               | 87 |
| 1.2.3.8.2 | CONTAMINACIÓN PRODUCIDA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS COMPONENTES.                                        | 88 |
| 1.2.3.8.3 | FASE DE CONSTRUCCIÓN                                                                                        | 88 |
| 1.2.3.8.4 | FASE DE EXPLOTACIÓN                                                                                         | 88 |
| 1.2.3.8.5 | FASE DE PUESTA FUERA DE SERVICIO Y DESMONTAJE                                                               | 89 |
| 1.2.3.8.6 | IMPACTOS PRODUCIDOS DEBIDOS A LA INSTALACION DE LA PLANTA FV                                                | 89 |
| 1.2.3.8.7 | ESTUDIO DE LOS IMPACTOS PRODUCIDOS.                                                                         | 89 |
| 1.2.3.8.8 | VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS.                                                                  | 94 |
| 1.2.3.9   | MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS.                                                                          | 96 |
| 1.2.3.9.1 | CONTROL DE LAS EMISIONES SONORAS:                                                                           | 96 |
| 1.2.3.10  | IMPACTOS DE LA ETAPA DE DESMONTAJE DE UNA PLANTA DE OBTENCIÓN DE ENERGÍA POR MEDIO DE CELULAS FOTOVOLTAICAS | 97 |
| 1.2.3.11  | BALANCE A EFECTOS MEDIOAMBIENTALES                                                                          | 97 |



# 1 DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

## 1.1 MEMORIA.

### 1.1.1 INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

#### 1.1.1.1 ANTECEDENTES

Los crecientes niveles de confort, la mecanización de las tareas, la demanda de mayores cotas de rápida y cómoda comunicación, la modernización de nuestra sociedad, el crecimiento demográfico y la inherente aceleración en los ritmos de vida, conllevan mayores demandas energéticas. en los últimos años hemos conocido un enorme incremento de su demanda, cuestionándose la sostenibilidad de las fuentes actuales.

Por ello, se han buscado diferentes fuentes de energía que sirvan para satisfacer las necesidades energéticas cada vez mayores. Históricamente, las fuentes de energía han sido recursos naturales fósiles, principalmente la madera y posteriormente el carbón. Del carbón como fuente de energía principal se evolucionó al petróleo y sus derivados, después del incremento en el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, y después la energía nuclear y el gas natural.

Pero el uso de estas fuentes de energía conlleva efectos colaterales, que han derivado en un creciente agotamiento de los recursos naturales y un mayor deterioro del entorno.

Es importante indicar, que al ritmo actual de consumo energético mundial, las reservas energéticas de petróleo y gas natural (esto es, las formas de energía que actualmente cubre el 60% del consumo de energía primaria a nivel mundial) no sobrepasarán los 70 años. Siendo esta cifra de unos 300 años para el carbón.

De manera que, factores que se asocian con el incremento de la contaminación, la desertización, el calentamiento global del planeta "efecto invernadero", lluvia ácida, daños a la fauna y flora, que conforman lo que se ha acordado denominar como problemática ambiental, tienen su origen en factores relacionados con la producción de energía y al consumo energético.



Podría afirmarse que gran parte de la problemática ambiental tiene su origen en factores asociados a la problemática energética: Desprendimiento de gases nitrogenados y sulfurados a la atmósfera, almacenamiento de residuos de la producción energética, incremento de la producción de dióxido de carbono y sus efecto invernadero y otros muchos efluentes que son vertidos a la atmósfera, ríos y mares. Teniendo en cuenta que la mayor demanda energética se produce en momentos puntuales del día, y que, para satisfacer la misma, es preciso disponer de posibilidades de producción que generen la suficiente energía como para poder responder a todos los picos de la demanda.

Por otra parte, cabe indicar que las sociedades más industrializadas están demandando cada vez mayor cantidad de energía, lo cual significa que una cuarta parte de la población mundial absorbe el 80% de la producción energética. Por tanto si el crecimiento que se produce en las otras tres cuartas partes del mundo es similar al previsto, aumentará la demanda y su satisfacción puede suponer el agotamiento definitivo de los recursos.

Es por ello por lo que los gobiernos y organismos institucionales con capacidad de actuación en el sector energético vienen desarrollando, sobre todo a partir de las últimas dos décadas, planes de actuación en todos los sectores poblacionales. Con la finalidad de concienciar acerca del consumo desmedido y sus consecuencias, la necesidad de una mayor eficiencia energética en máquinas y equipos, las instalaciones térmicas, y la investigación en fuentes energéticas más respetuosas con el medio ambiente, y que no supongan un agotamiento de estos recursos naturales.

Las energías renovables se presentan como una vía para lograr estos objetivos, a través de una combinación entre la tecnología actualmente desarrollada y los conocimientos adquiridos acerca de su potencial.

La energía procedente de la biomasa, la energía hidráulica, la energía eólica, y por supuesto la captación directa de la energía solar, objeto de este proyecto, son fuentes de energía que se presentan como inagotables en lo que se refiere a recursos energéticos, y que apenas atentan contra el medio natural. Si a esto se une un aprovechamiento mayor de la ganancia directa de la energía de procedencia renovable, y un consumo racional, será posible



paliar en gran medida el creciente deterioro ambiental y satisfacer al mismo tiempo las necesidades energéticas actuales y los niveles de confort que las justifican.

#### 1.1.1.2 OBJETO DEL PROYECTO

Constituye el objeto del presente proyecto la descripción, con la definición suficiente, de la obra civil e instalaciones a desarrollar para la instalación de una central de producción de energía eléctrica por efecto fotovoltaico para conexión a la red de distribución, así como de sus componentes e instalaciones, con objeto de que sea autorizada su construcción y puesta en marcha posterior, por parte de los Organismos Competentes.

#### 1.1.1.3 SITUACIÓN

El generador fotovoltaico, se proyecta sobre la cubierta de una nave industrial, de propiedad particular, situada en el Polígono Industrial "LAS CASAS II", PARCELA 232-233, CALLE "I", de Soria, con coordenadas X: 542.616,24 Y:4.624.963,92 Huso:30 y a unos 1100 m sobre el nivel del Mar

#### 1.1.1.4 APLICACIÓN DEL CTE

Según el artículo segundo de la parte primera de Código Técnico de Edificación, "**Artículo 2. Ámbito de aplicación.-** El CTE se aplicará a las obras de edificación de nueva construcción, excepto a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas" y por tanto se considera que, **No es de obligatorio cumplimiento el Código Técnico de Edificación.**

#### 1.1.1.5 NORMAS SEGUIDAS

En la redacción del presente proyecto básico, se han tenido en cuenta las siguientes Reglamentaciones Legales, teniendo en cuenta que la redacción no tiene, de ninguna manera, carácter limitativo:

- ✓ PLAN PARCIAL POLÍGONO INDUSTRIAL LAS CASAS con aprobación definitiva en fecha 13/01/1977



- ✓ Modificación del Plan Parcial Las Casas: Ampliación del Polígono Industrial con aprobación definitiva en fecha 14/06/1990
- ✓ ORDEN FOM/2251/2008 MODIFICACIÓN EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II" con aprobación definitiva en fecha 03/11/2008
- ✓ REVISIÓN DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA con aprobación definitiva en fecha 10/03/2006 con y publicado en el BOCyL en fecha 16/03/2006
- ✓ ORDEN FOM/1760/2008 DE CORRECCIÓN DE ERROR DE LA ORDEN FOM/409/2006 SOBRE REVISIÓN DEL PGOU con aprobación definitiva en fecha 25/09/2008 y publicado en el BOCyL en fecha 17/10/2008
- ✓ Orden FOM/1079/2006 de 9 de Junio por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico
- ✓ Ley 16/2002 de 1 de Julio, de Prevención y control integrados de la contaminación
- ✓ Ley 11/2003 de 8 de Abril de Prevención Ambiental de Castilla y León
- ✓ Ley 54/1997 de 27 de Noviembre del Sector Eléctrico.
- ✓ Real Decreto 2818/98 sobre producción de energía eléctrica.
- ✓ Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- ✓ Real Decreto 1663/2000 de 29 de Septiembre sobre conexión de Instalaciones Fotovoltaicas a la Red de Baja Tensión.
- ✓ Real Decreto 1995/2000 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.
- ✓ Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la Red PCT-C.
- ✓ Recomendaciones UNESA.
- ✓ Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica Iberdrola.



- ✓ Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- ✓ Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- ✓ Normalización Nacional. Normas UNE.
- ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- ✓ Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- ✓ Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✓ 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 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.





## **1.1.2 CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS**

### **1.1.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SOLAR**

La parcela 237 del Polígono industrial "LAS CASAS II", de Soria tiene una superficie total de 912 m<sup>2</sup>, con forma rectangular, con un ancho de 24 m. a fachada principal (Este) y un fondo de 36 m. Linda al Este con la Calle "I" del mencionado Polígono y en el resto de sus alineaciones con otras parcelas del Polígono.

### **1.1.2.2 ESTADO ACTUAL.**

En la actualidad el solar descrito está construido en su totalidad. El edificio industrial existente cuenta con una superficie construida en planta de 600,00 m<sup>2</sup>, cumpliendo las limitaciones constructivas definidas en la normativa urbanística que le afecta, básicamente, retranqueo de 10 m. en su alineación principal y 3 m. en la posterior, con altura de 5,45 m. al alero y de 7,46 m. a cumbre.

### **1.1.2.3 CONDICIONES URBANÍSTICAS**

El uso actual está clasificado como "global industrial" con uso pormenorizado de Almacenaje. A efectos de lo expuesto en el Artículo 2.8.16 "Uso Pormenorizado Almacenaje" la actividad desarrollada está clasificada como de tipo E "Almacenes en edificio exclusivo con superficie superior a 500 metros cuadrados"

La nueva actividad a desarrollar (producción de energía eléctrica por efecto fotovoltaico) debe clasificarse como industrial y, considerando lo dispuesto en el Artículo 2-8.4.- Relaciones entre los usos (OG), como compatible con el uso predominante.

### 1.1.3 INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

El Sol es la **fuerza principal de vida en la Tierra**, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si sabemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.

La importancia del aprovechamiento de la energía solar proviene de: es una **fuerza inagotable y gratuita**, y existe una **necesidad de electricidad cada vez mayor** en el mundo y cada vez se van buscando nuevos modelos de generación de energía más respetuosos con el entorno.

La cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el Planeta. España está favorecida por su situación geográfica y climatología para aprovechar este tipo de energía.

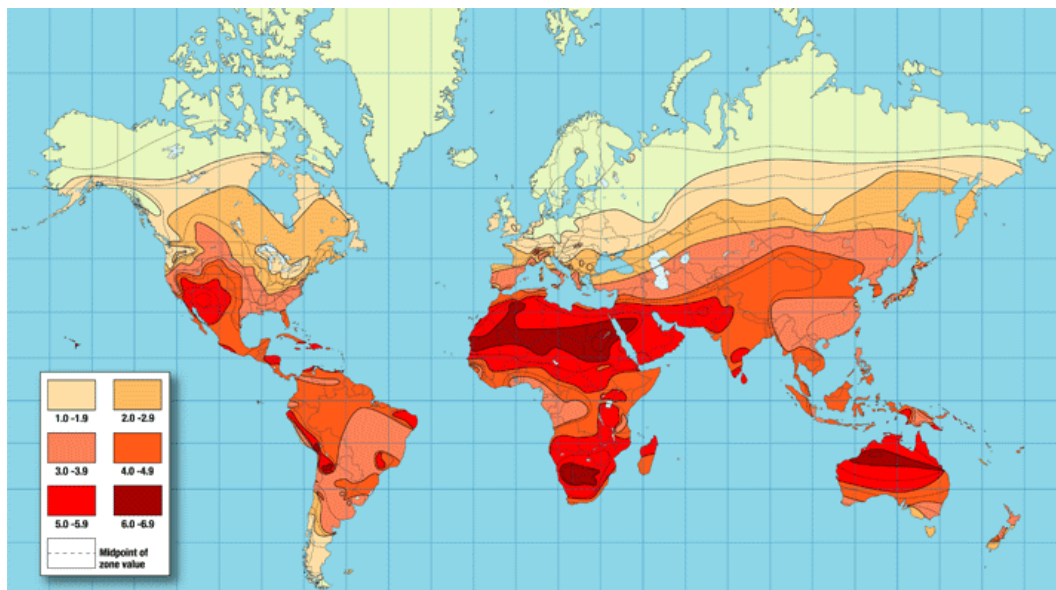


Fig. 1: Mapa de la radiación solar en el mundo. Fuente Tecnosolar

Una instalación fotovoltaica tiene como objetivo producir electricidad a partir de la energía solar.

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esto se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células



fotovoltaicas. El material base para su fabricación suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula se genera una corriente eléctrica que se suele utilizar como fuente de energía.

La fabricación de estas células resulta un proceso realmente costoso, tanto económicamente como en tiempo. Aunque el material con el que están fabricadas (silicio) es muy abundante en la Tierra, su procesamiento es laborioso y complicado: se requieren procesos especiales para elaborar los lingotes de silicio, de los cuales se cortan posteriormente las obleas (células), motivo por el cual resulta todavía un producto de costo importante. El silicio reciclado a partir de la industria electrónica también sirve como materia prima para producir el silicio de grado solar. En la actualidad se están preparando otros materiales de mayor rendimiento.

Es importante que todas las células que componen un panel solar fotovoltaico tengan similares características, lo que significa que después de la fabricación de las mismas, hay que seguir un proceso de clasificación y selección.

### **Tipos de aplicaciones que tiene la energía solar fotovoltaica:**

#### *- Instalaciones aisladas*

Estas instalaciones tienen como objeto satisfacer total o parcialmente la demanda de energía eléctrica en un lugar determinado donde no existe red eléctrica convencional.

Estas instalaciones aisladas se dividen, en función de los equipos intermedios que forman parte de la instalación, en instalaciones aisladas sin baterías e instalaciones aisladas con baterías. Entre las instalaciones aisladas sin baterías las aplicaciones más frecuentes son bombeo de agua y entre las instalaciones aisladas con batería, son electrificación rural, telecomunicaciones, señalizaciones, juguetería, alumbrado público, etc.



### *- Instalaciones mixtas*

Cuando, si en el lugar aislado de la red se utiliza, además de una instalación fotovoltaica, otro sistema complementario de producción de energía eléctrica, la instalación se denomina mixta.

### *- Instalaciones de conexión a red*

Estas instalaciones tienen como característica fundamental que toda la energía producida se vende a la red de distribución de una compañía eléctrica y no es para autoconsumo del dueño de la instalación. La electricidad generada, generalmente cerca de núcleos urbanos, se vierte a la red de baja o media tensión consumiéndose en los alrededores de la planta.

Algunas de las aplicaciones de estos sistemas son las siguientes:

- ❖ Instalaciones en tejados, terrazas, etc. de viviendas que tengan conexión a la red de distribución: Se aprovecha la superficie del tejado para colocar módulos fotovoltaicos de fácil instalación.
- ❖ Plantas de producción: De carácter industrial, pueden instalarse en zonas rurales no aprovechadas para otros usos ("huertas solares", "cooperativas energéticas") o en grandes cubiertas de zonas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, etc.)
- ❖ Integración en edificios: Sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos que incluyen el elemento fotovoltaico (recubrimientos de fachadas, muros cortina, pérgolas, etc.)

#### **1.1.3.1 SISTEMAS QUE FORMAN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED**

Los elementos que componen una instalación fotovoltaica conectada a red son:

- Generados fotovoltaico.
- Inversor.
- Contadores
- Dispositivo de intercambio con la red

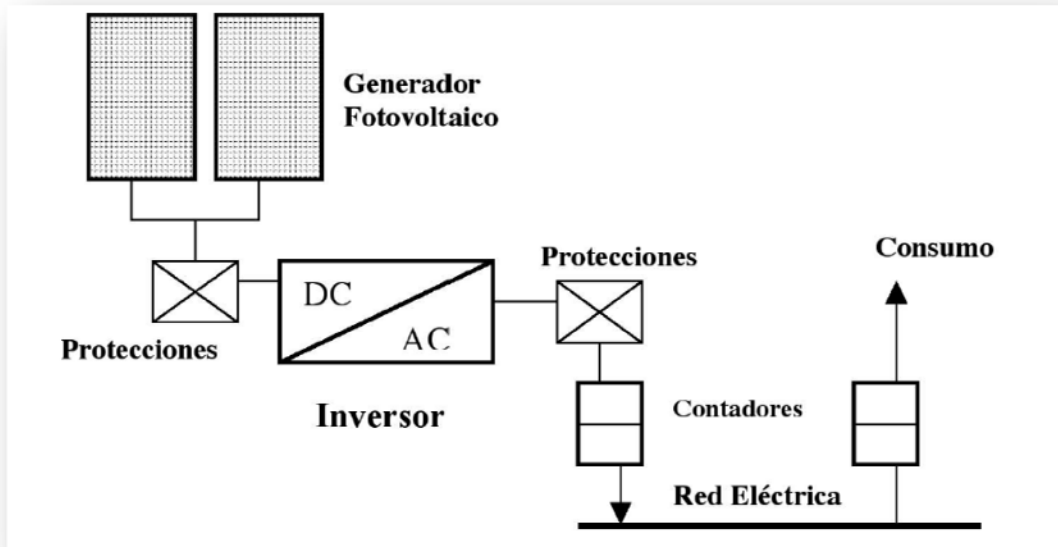


Fig. 2: Esquema de instalación fotovoltaica conectada a la red

### **Generador fotovoltaico**

El generador fotovoltaico es el encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Esta electricidad se produce en corriente continua, y sus características dependen de la intensidad energética de la radiación solar y de la temperatura ambiente.

Las células fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se asocian en grupos y se protegen de la intemperie, formando módulos fotovoltaicos. Varios módulos fotovoltaicos junto con los cables eléctricos que los unen y con los elementos de soporte y fijación, constituyen lo que se conoce como generador fotovoltaico.

### **Inversor**

El inversor es el elemento que transforma la energía eléctrica (corriente continua) producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica. Existen diferentes tipos de inversores, pero se considera recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación a realizar.



## Contadores

El generador fotovoltaico necesita dos contadores ubicados entre el inversor y la red, uno para cuantificar la energía que se genera e inyecta a la red para su facturación, y otro para cuantificar el pequeño consumo (< 2 kWh/año) del inversor fotovoltaico en ausencia de radiación solar, así como garantía para la compañía eléctrica de posibles consumos que el titular de la instalación pudiera hacer.

El consumo de electricidad del edificio se realizará desde la red, con su propio contador, siendo ésta una instalación independiente del sistema fotovoltaico.

## Dispositivo de intercambio con la red

sirve para que la energía eléctrica introducida en la red tenga todas las características requeridas por la misma (Transformadores y redes de evacuación).

### 1.1.3.2 SITUACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL MUNDO

La energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, impulsada por la necesidad de asumir los retos que en materia de generación de energía se presentan.

Este crecimiento se ha producido gracias a los mecanismos de fomento de algunos países, que, como España, han propiciado un gran incremento de capacidad global de fabricación, distribución e instalación de este tipo de tecnología.

En el siguiente gráfico se muestra el crecimiento de la potencia instalada en los países industrializados en estos últimos años. Puede verse una clara **tendencia exponencial**, especialmente en lo que se refiere a generación conectada a red.

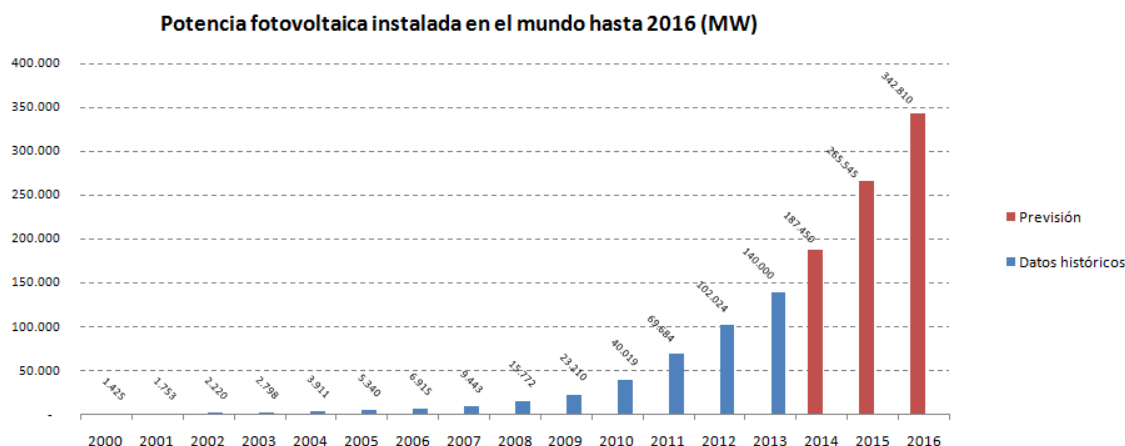


Fig. 3: Evolución de la potencia instalada en el mundo.

La situación a finales del año 2013 en el mundo, es la siguiente:

| <b>Potencia total instalada (MWp) por país</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>País</b>                                    | <b>Total 2007</b> | <b>Total 2008</b> | <b>Total 2009</b> | <b>Total 2010</b> | <b>Total 2011</b> | <b>Total 2012</b> | <b>Total 2013</b> |
| <b>Total mundial</b>                           | <b>9443</b>       | <b>15 772</b>     | <b>23 210</b>     | <b>39 778</b>     | <b>69 684</b>     | <b>102 024</b>    | <b>136 697</b>    |
| Unión Europea                                  | 5257              | 10 554            | 16 357            | 29 328            | 51 360            | 68 640            |                   |
| Alemania                                       | 3835,5            | 5340              | 9959              | 17 320            | 24 875            | 32 411            | 35 600            |
| China                                          | -                 | -                 | -                 | 893               | 3093              | 8043              | 20 000            |
| Italia                                         | 120,2             | 458,3             | 1157              | 3502              | 12 764            | 16 987            | 19 000            |
| Japón                                          | 1918,9            | 2144              | 2627              | 3617              | 4914              | 6704              | 15 700            |
| Estados Unidos                                 | 830,5             | 1168,5            | 1255,7            | 2519              | 4383              | 7665              | 12 100            |
| España                                         | 693               | 3354              | 3438              | 3892              | 4214              | 4537              | 4679              |
| Francia                                        | 75,2              | 179,7             | 335,2             | 1025              | 2831              | 3843              | 4598              |
| Australia                                      | 82,5              | 104,5             | 183,6             | 504               | 1298              | 2291              | 3100              |
| Bélgica                                        | -                 | -                 | 574               | 803               | 2018              | 2650              | 2779              |




| Potencia total instalada (MWp) por país                                                       |            |            |            |            |            |            |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| País                                                                                          | Total 2007 | Total 2008 | Total 2009 | Total 2010 | Total 2011 | Total 2012 | Total 2013 |
|  Reino Unido | 18,1       | 22,5       | 29,6       | 72         | 1014       | 1831       | 2706       |

Fig. 4: Datos de potencia instalada a finales de 2013 en los países más desarrollados.

Alemania es el claro líder mundial, seguido de China e Italia. **España está en la sexta posición en cuanto a potencia total instalada.**

### 1.1.3.3 SITUACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA

En España se busca un "mix energético" que sea más diversificado y sostenible (es decir, menos dependiente del petróleo y sin ayuda de las nucleares, según el criterio del gobierno actual). Esto hace que se esté fomentando la implantación de instalaciones de energías renovables como ésta.

En el siguiente gráfico puede verse el gran crecimiento que ha experimentado la energía solar fotovoltaica en España en los últimos años, especialmente en el 2008, con crecimientos anuales superiores al 100% respecto de la potencia ya instalada.

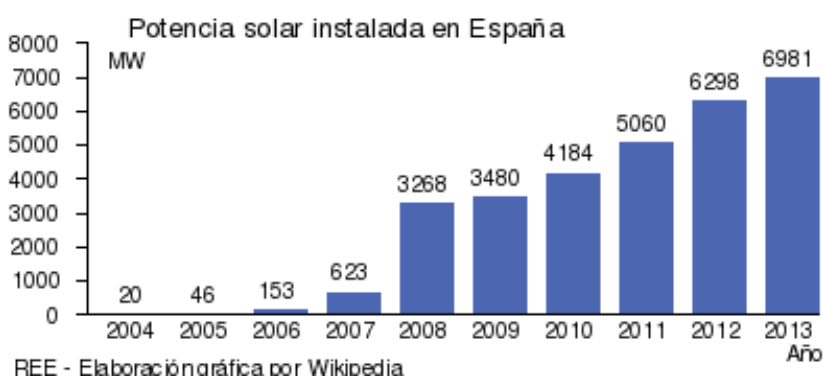


Fig. 5: Evolución potencia instalada en España

#### 1.1.3.3.1 Mix energético

Sin embargo, a pesar de lo anterior la aportación en el año 2012 de la energía solar (térmica y fotovoltaica) al "mix energético" fue tan solo del **3,96**





%, lo cual parece indicar que esta tecnología todavía tiene bastante recorrido para crecer.

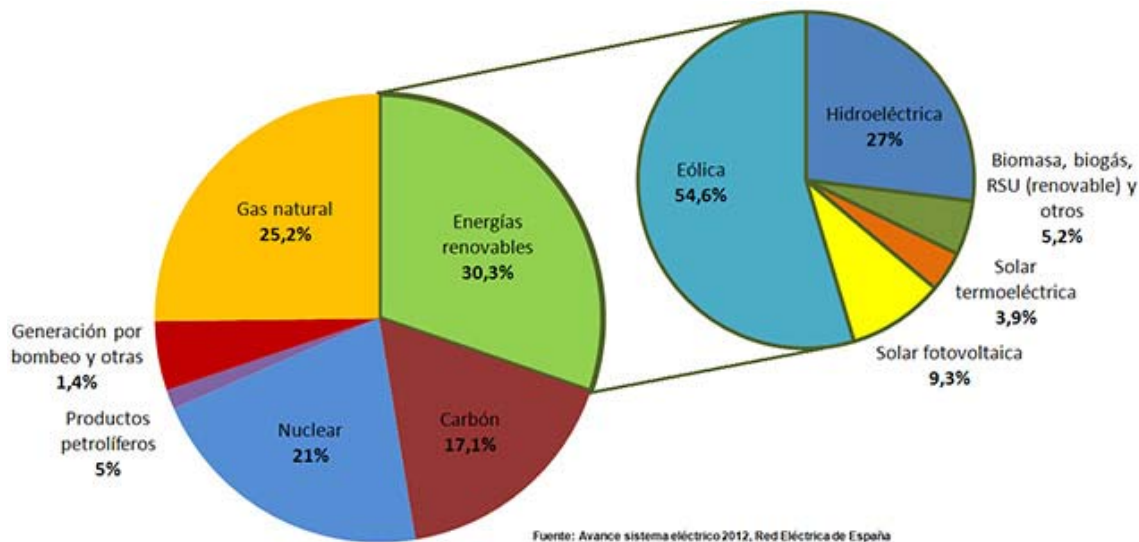


Fig. 6: Mix energético nacional a 2012

#### 1.1.3.3.2 Marco legal vigente

La producción eléctrica mediante energía fotovoltaica está sometida al **Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.**

En él se ofrecen dos **modos de venta de la electricidad**: mediante tarifa regulada o acudiendo al mercado eléctrico (o "pool"). Debido al Real Decreto Ley 1/2012 por el que se procedió a la suspensión de forma indefinida de los cupos del Régimen Especial de energía, es decir, los procedimientos de preasignación de retribución y de los incentivos económicos para nuevas instalaciones fotovoltaicas y demás energía renovables, las nuevas plantas fotovoltaicas no recibirán prima alguna pero podrán vender la energía a precio de mercado. El **mercado eléctrico** ofrece mayor rentabilidad y menos coste de desvíos (10% del precio en el pool) pero requiere de capacidades, por parte de la empresa propietaria de la instalación, para actuar como agente de mercado. También implica mayor riesgo por la poca tolerancia ante desvíos, la variabilidad del precio, etc.



Debido a la imposibilidad de poder acogerse actualmente a tarifa regulada, se recurrirá a la venta de la energía generada acudiendo al **mercado eléctrico**.

La normativa que regula el marco general de esta actividad es el

- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

El régimen económico para las nuevas instalaciones fotovoltaicas se encuentra recogido en el

- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

Las siguientes disposiciones regulan otros aspectos del régimen especial y modifican parcialmente lo recogido en los citados Reales Decretos:

- Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de noviembre de 2009, por el que se procede a la ordenación de los proyectos o instalaciones presentados al registro administrativo de preasignación de retribución para las instalaciones de producción de energía eléctrica, previsto en el Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Corrección de errores del Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la



actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica

- Real Decreto-ley 14/2010 , de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Corrección de errores del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 1/2012 , de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
- 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.



## 1.1.4 DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR

### 1.1.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Entendemos por **sistema fotovoltaico** el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar y transformar la energía solar disponible, transformándola en utilizable como energía eléctrica. Estos sistemas, se pueden dividir en dos categorías: aislados y conectados a la red. La instalación que justifica la redacción del presente proyecto se incluye dentro de las instalaciones conectadas a red, con el objetivo de introducir en las redes de distribución de energía eléctrica la energía generada en el campo de módulos fotovoltaicos, partiendo de la radiación solar.

Para el desarrollo de la actividad que posteriormente describiremos, la instalación objeto del presente proyecto cuenta con los siguientes componentes:

- *Módulos fotovoltaicos.*
- *Inversores para la transformación de corriente continua en corriente alterna.*
- *Contadores de energía bidireccionales*
- *Dispositivos de intercambio con la red eléctrica*

### 1.1.4.2 DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR

En el caso que nos ocupa, la instalación comprende un generador fotovoltaico compuesto por un total de 150 módulos fotovoltaicos con una potencia nominal de 160 Wp en condiciones estándar, potencia instalada de 24.000 Wp, conectados a 2 inversores razón de cinco series de quince paneles por inversor, con una potencia nominal de entrada de 10.000 Wp, máxima de 12.000 Wp, y una potencia nominal y máxima de salida de 10.000 W, obteniendo una potencia nominal de 20.000 W. con una previsión de inyección de energía a la red de 30232,23 Kwh/año.

Cada inversor llevará acoplados 5 series de 15 módulos fotovoltaicos cada uno, para conseguir una tensión en el punto de máxima potencia, a 25



°C de temperatura de célula, de 519,0 V, lo que nos permite trabajar en la zona idónea de trabajo de los inversores.

La potencia producida por el generador será cuantificada mediante un contador-registrador de doble entrada por generador, capaz de realizar medidas de la energía suministrada en ambos sentidos, calificado como de tipo 3 en las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de Puntos de Medida, para, posteriormente ser conducida hasta un punto cercano de la red de B.T. indicado por la CIA distribuidora IBERDROLA DISTRIBUCION SAU.

#### 1.1.4.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Los parámetros fundamentales de funcionamiento de los generadores fotovoltaicos son los siguientes:

|                                                   |               |
|---------------------------------------------------|---------------|
| Tensión en el punto de Mpp del modulo             | 34,60 V       |
| Tensión en el punto de Mpp de la rama             | 519,00 V      |
| Corriente en el punto de Mpp del modulo (c.c.)    | 4,60 A        |
| Corriente en el punto de Mpp del Inversor (c.c.)  | 13,9 A, 9,3 A |
| Cantidad de inversores                            | 2             |
| Corriente en el punto de Mpp del generador (c.c.) | 23,2 A        |
| Corriente en el punto de Mpp del generador (c.a.) | 17,34 A       |

#### 1.1.4.4 ÁMBITO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico se colocara sobre estructuras metálicas extremadamente simples, de acero galvanizado, sobre la cubierta existente, con un valor de albedo considerado en cálculos de 0,3

#### 1.1.4.5 PANELES

El panel fotovoltaico solar utilizados satisfarán las especificaciones UNE-EN 61215, para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc. Este requisito se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Así mismo, el módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre



o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

La potencia máxima y la corriente de cortocircuito reales de los módulos fotovoltaicos referidas a CEM deberán estar comprendidas en el margen máximo del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo. Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

Inicialmente se han seleccionado módulos solares tipo SUN EARTH, Modelo TDB125x125-72-P de 160 Wp, o similar, de las siguientes Características Físicas:

|                                                  |                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Material                                         | Células de silicio monocristalino                                                                                            |
| Nº de células                                    | 72                                                                                                                           |
| Tecnología del módulo                            | Células laminadas entre EVA y vidrio templado altamente transmisor con superficie posterior de tedlar con marco de aluminio. |
| Caja de conexión                                 | 2 conectores multicontact de 1x4 mm <sup>2</sup>                                                                             |
| Diodos bypass:                                   | 2 diodos integrados                                                                                                          |
| Normas de fabricación                            | DIN EN ISO 9001 y 14001                                                                                                      |
| Condiciones de prueba estándar STC               | 1000 W/m <sup>2</sup> , 25 °C, AM 1.5                                                                                        |
| - Longitud                                       | 1.580 mm                                                                                                                     |
| - Anchura                                        | 808 mm                                                                                                                       |
| - Espesor (con marco i/caja de conexiones)       | 46 mm                                                                                                                        |
| - Peso                                           | 15 Kg                                                                                                                        |
| - Resistencia al viento                          | 228 km/h                                                                                                                     |
| - Diámetro de granizo máximo                     | 25 mm                                                                                                                        |
| - Velocidad de ensayo de impacto de granizo      | 23 m/s                                                                                                                       |
| - Temperatura de trabajo                         | - 40° C a +85°C                                                                                                              |
| Cumple la normativa IEC 61215 y TÜV, incluyendo: | Sometido a Ciclado entre -40 y +90 °C                                                                                        |
| Carga estática, frontal y posterior              | 2.000 pascal                                                                                                                 |



|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Clase de seguridad (Prueba de ISPRA) | II |
|--------------------------------------|----|

Los módulos satisfacen todos los requerimientos técnicos exigidos en el PCT del IDAE. Llevaran de forma claramente visible e indeleble, el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual ó número de serie trazable a la fecha de fabricación archivando el propietario copia de esta documentación.

### Características Eléctricas de los paneles.

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Potencia máx. nominal (Pmax) PN      | 160 Wp    |
| Potencia garantizado min.            | 152 Wp    |
| Rendimiento                          | 15 %      |
| Tensión en el punto de Pmax (VMPP)   | 34,6 V    |
| Corriente en el punto de Pmax (IMPP) | 4,63 A    |
| Corriente de cortocircuito (ISC)     | 5,19 A    |
| Tensión a circuito abierto (VOC)     | 43,4 V    |
| Tolerancia máx. de Pmax.             | - 5% +5 % |
| Máxima tensión del sistema           | 1000 V    |
| Coeficiente de temperatura de PN     | -0,50 %/K |
| Coeficiente de temperatura de VOC    | -0,35 %/K |
| Coeficiente de temperatura de ISC    | +0,04 %/K |

#### 1.1.4.6 DISPOSICIÓN DE LOS PANELES

Todos los colectores que integren la instalación serán de la misma marca y del mismo modelo. Se colocaran sobre estructuras metálicas, sin seguimiento solar, con una pendiente de 30° y un Azimut de 15°.

Según el Pliego de Condiciones del IDAE, la inclinación de los módulos solares se define mediante el ángulo de inclinación  $\beta$ , que es el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para módulos verticales.

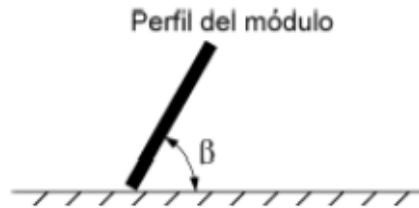


Fig. 7: *Inclinación de los módulos.*

El cálculo de la inclinación óptima de los paneles solares, se obtendrá mediante el método de “mes peor” , en el cual, se considera el mes de menor radiación captada sobre los paneles. Para utilizar este método ha de tenerse en cuenta dos variables; el periodo para el cual se utilizara la instalación solar fotovoltaica, debe definirse si se explotara en verano, en invierno o durante todo el año y la latitud del emplazamiento donde estarán instalados los paneles solares.

**Latitud ( $\Phi$ ):** 41,4702°

Según el método de “mes peor” , la inclinación óptima aproximada de los paneles respecto a la horizontal, viene expresada en la siguiente tabla:

| Periodo de diseño | $\beta_{opt}$   |
|-------------------|-----------------|
| Diciembre         | $\Phi+10^\circ$ |
| Julio             | $\Phi-20^\circ$ |
| Anual             | $\Phi-10^\circ$ |

Fig. 8: *Inclinación de los paneles según la latitud.*

Utilizando este método para obtener la inclinación óptima de los paneles solares en la instalación según el periodo de diseño sería:

| Periodo de diseño | $\beta_{opt}$                          |
|-------------------|----------------------------------------|
| Diciembre         | $\Phi+10^\circ=41,4702+10=51,47^\circ$ |
| Julio             | $\Phi-20^\circ=41,4702-20=21,47^\circ$ |
| Anual             | $\Phi-10^\circ=41,4702-10=31,47^\circ$ |

Fig. 9: *Inclinación de los paneles según el periodo de diseño.*





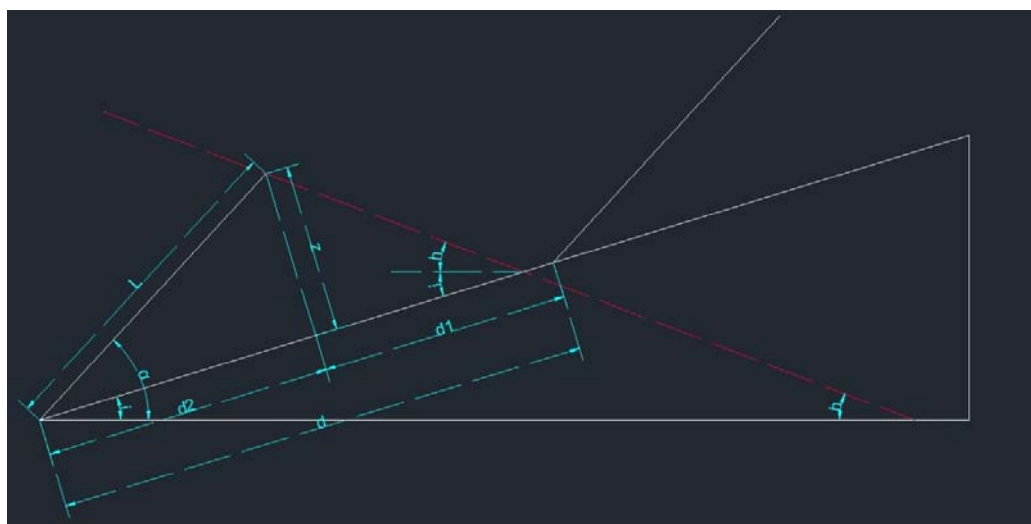
Con estas inclinaciones, se obtienen las menores pérdidas por inclinación de los módulos fotovoltaicos.

Ahora bien, en este proyecto se intentara diseñar una instalación solar fotovoltaica lo más eficiente posible por lo que se aprovechara la instalación durante todo el año de la forma más eficiente posible, por lo que se ha optado por darles a los paneles la inclinación de  $30^\circ$ , para que sea eficiente y para simplificar el montaje.

Los inversores se situaran en el exterior de la nave, en un armario compartido con los cuadros de protección y control de continua, de alterna y con el equipo de medida. Las líneas de salida de los inversores serán sistemas trifásicas, dotadas de protección diferencial y magnetotérmica, formando, en el Cuadro General de Mando y Protección de Alterna, una única línea trifásica que evacua la energía producida directamente a la red de B.T. del Polígono, según instrucciones de la CIA Distribuidora IBERDROLA S.A. El Equipo de medida se situara como ya he mencionado, en el Armario de protecciones, en un Modulo apto para montaje exterior, en el lateral Derecho del retranqueo delantero de la nave.

#### 1.1.4.7 ÁREAS SOMBREADAS

No existen áreas sombreadas en toda la superficie ocupada por el generador fotovoltaico. Con el fin de evitar pérdidas de rendimiento por sombras producidas por filas de paneles a las posteriores, debemos tener en cuenta:





El dato a calcular es **d1**, que es la distancia mínima entre placas fotovoltaicas. Geométricamente se obtiene que:

$$d1 = 1,25 * L * \frac{\text{sen}(\alpha - i)}{\text{tag}(h + i)}$$

Siendo:

L = longitud de la placa

$\alpha$  = inclinación óptima de la placa respecto a la horizontal

i = inclinación de la superficie

h = altura solar

d = es la distancia mínima para que no se proyecten sombras en el día más desfavorable del mes más desfavorable (21 de diciembre), a las 12 de la mañana. Sin embargo, algunos autores recomiendan ampliar esta distancia un 1,25 para evitar o reducir las sombras en diciembre y a primeros de enero durante las primeras y últimas horas del día. Es opcional.

La altura solar "**h**" depende de la latitud del lugar y la declinación solar. Ésta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$h = (90^\circ + \Phi + \delta)$$

Siendo:

$\Phi$  = latitud del lugar, en nuestro caso 41,4702°

$\delta$  = declinación solar (ángulo entre la línea Sol-Tierra y el plano ecuatorial celeste)

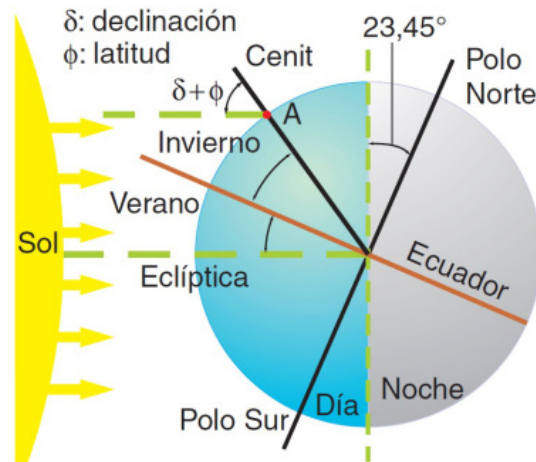


Fig. 10: Grafico declinación solar.

La **declinación solar varía** a lo largo de la órbita de la Tierra alrededor del Sol, **alcanzando valores máximos en los solsticios de verano** ( $\delta = 23,45^\circ$ ) **y mínimos en invierno** ( $\delta = -23,45^\circ$ ), y valores **nulos en los equinoccios** ( $\delta = 0^\circ$ ). Aunque la declinación varia se puede suponer que permanece constante a lo largo de un día.

A nosotros nos **interesa la declinación solar del día más desfavorable**, pues será el día donde la radiación solar incida sobre nuestra superficie con el menor ángulo, **que es el 21 de diciembre (solsticio de invierno)** y cuyo valor es  $-23,45^\circ$ .

Aplicando la fórmula  $h = (90^\circ + \Phi + \delta)$  se obtiene que:

$$h = (90 - 41,47 - 23,45) = 25,08^\circ$$

Por tanto, tenemos que la distancia entre módulos será

$$d = 1,25 * 1,58 * \frac{\text{sen} (30 - 8,5)}{\text{tag} (25,08 + 8,5)} = 1,09 \text{ m}$$

Esta será la separación mínima entre la parte posterior de una fila de colectores y el comienzo de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene las bases de los colectores.



#### 1.1.4.8 RANGO DE TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO

En un día de verano normal se obtiene para un módulo fotovoltaico puesto libremente, una temperatura de funcionamiento de +40°C - +60°C en caso de una radiación de 800 W/m<sup>2</sup> y una temperatura ambiental de 20°C. Así mismo, el montaje y la colocación de los módulos fotovoltaicos puede ocasionar unos valores mayores de la temperatura, valores que pueden llegar a ocasionar pérdidas de energía de hasta un 9% en caso de condiciones ambientales desfavorables. A este respecto el montaje de los paneles se realizara con el objetivo de conseguir una óptima ventilación para minimizar las pérdidas de energía en caso de temperaturas altas.

La temperatura de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos también influye en la selección de un inversor adecuado. En cuanto la temperatura de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos este más baja (invierno -10°C), la tensión generada será más alta. En el verano se obtiene la temperatura de funcionamiento más alta (aprox. +50°C) y así una tensión más baja. El inversor tendrá una gama de tensión de entrada muy amplia (Mpp – gama) para poder trabajar óptimamente en invierno así como verano. En cualquier caso, y considerando la climatología de la zona, el rango de temperaturas de funcionamiento de los módulos abarca desde los -10 °C hasta los 45 °C

#### 1.1.4.9 RATIO DE PRODUCCIÓN

Denominamos Ratio de producción al cociente entre la energía realmente producida por la instalación y la energía teórica máxima que puede generar la instalación. Lógicamente, el PR será tanto mayor cuanto menor sean las pérdidas producidas, pérdidas que aún cuando puedan minorarse, con un diseño adecuado y un óptimo mantenimiento, deber de ser consideradas. En los cálculos realizados se ha considerado un PR=0,85 que queda justificado en el correspondiente estudio energético.

#### 1.1.4.10 INVERSORES

Los inversores se situaran en el exterior de la nave, en un armario compartido con los cuadros de protección y control de continua, de alterna y con el equipo de medida. Serán del tipo conexión a la red eléctrica con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede



proporcionar a lo largo de cada día. Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- ✓ Principio de funcionamiento: Fuente de corriente.
- ✓ Autoconmutado.
- ✓ Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- ✓ No funcionará en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y compatibilidad electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante) incorporando protecciones frente a:

- ✓ Cortocircuitos en alterna.
- ✓ Tensión de red fuera de rango.

Conexión y desconexión del inversor a la interfaz AC. Frecuencia de red fuera de rango. Sobretensiones mediante varistores o similares. Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc. Los inversores dispondrán de las señalizaciones necesarias para su correcta operación e incorporará los controles manuales y automáticos exigidos en el Real Decreto 1663/2000 que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Al menos, incorporaran los controles manuales siguientes: Encendido y apagado general del inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar de un 10 % superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

- Los valores de eficiencia al 25 y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) al 87 al 89% dado que se trata de un inversor con

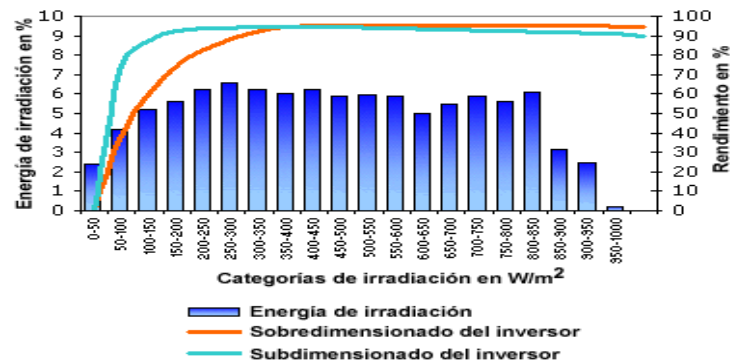


potencia de salida superior a 5 Kw Deberá inyectar en red, para potencias mayores del 10 % de su potencia nominal.

- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en vacío) en "stand - by" o "modo nocturno" deberá ser inferior a un 2% de su potencia de salida nominal y el factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 y el 100% de la potencia nominal.

- Tendrán un grado de protección mínima IP 32 (en cualquier caso se cumplirá la legislación vigente) y estará garantizado para operación, como mínimo, en las siguientes condiciones ambientales: entre - 10º C y 40 ºC de temperatura y 0% a 85% de humedad relativa. El conexionado de los módulos fotovoltaicos deberá ser tal que el campo de paneles produzca la energía eléctrica al voltaje de trabajo del inversor calculado.

Dado que los valores de radiación por encima de 850 W/m<sup>2</sup> aparecen muy pocas veces, tampoco se alcanza muchas veces la potencia nominal del generador fotovoltaico. Así que el equipo funciona normalmente en el funcionamiento de carga parcial. Para aprovechar mejor los valores de radiación más bajas, es conviene dimensionar el inversor un poco más bajo. El grado de rendimiento de este sube rápidamente al subir la radiación por encima del 90%. Al mismo tiempo se aumenta el rendimiento del sistema fotovoltaico por reducir los costes de inversión. En caso de un dimensionamiento más alto del inversor, la subida en el ámbito de radiación bajo está más inclinada, así que solamente se obtiene un grado de rendimiento alto en caso de unos valores de radiación altos.





En el display del inversor se reflejara la potencia generada actual, así como el rendimiento energético total de la instalación solar. Dispondrá de memoria integrada con posibilidad de guardar los datos y valores de visualización acumulados incluso en caso de un fallo del suministro eléctrico.

Como ya se ha indicado, se instalarán 2 inversores, con objeto de garantizar la producción eléctrica así como de disponer en todo momento de la energía producida, mediante monitorización y vigilancia por medio de telefonía básica, ADSL, Internet u otras. Se instalarán a la intemperie, en el interior de Cuadros que los protejan de las inclemencias atmosféricas directas, situados en la situación más próxima posible de los paneles. Estarán interconectados entre sí mediante un bus de comunicaciones de forma que pueda conocerse, desde un puesto central, las condiciones de funcionamiento de cada uno de ellos. Serán del tipo SUNNY TRIPOWER STP-10000TL-10, fabricados por SMA, cumplen con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

#### **1.1.4.10.1 Características generales**

- ✓ Amplio rango de tensión de entrada (320 - 800 Vdc)
- ✓ dos puntos de seguimiento del punto de máximo potencia del generador (MPPT)
- ✓ Fácil instalación sin necesidad de elementos adicionales
- ✓ Conectores rápidos DC, AC y comunicaciones
- ✓ Conexión directa a la Red. Protecciones eléctricas integradas
- ✓ Grado de protección para su instalación en exteriores (IP65). Resistente al agua
- ✓ Certificado CE. Directivas EMC y Baja Tensión
- ✓ Posibilidad de desconexión manual de la Red
- ✓ LEDs indicadores de estado, pantalla LCD y teclado para monitorización en el frontal del equipo
- ✓ Protección contra polarizaciones inversas, sobretensión, cortocircuitos, defecto de aislamiento
- ✓ Vida útil de más de 20 años
- ✓ Libre de mantenimiento
- ✓ Comunicación por RS - 485, y fibra óptica
- ✓ Modem para telefonía fija o GSM



- ✓ Rango de temperatura -25 °C hasta 60° C
- ✓ Ventilación forzada
- ✓ Peso 59 Kg
- ✓ Dimensiones 665x690x265 mm.
- ✓ Humedad tolerable 0-100 %

Las especificaciones del mismo son:

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Potencia de salida campo fotovoltaico | 10.200 Wp     |
| Potencia nominal                      | 10,00 Kw      |
| Potencia máxima                       | 10,00 Kw      |
| Suministro a red desde Entrada        | 10 W          |
| Rango de Tensión                      | 320-800 Vdc   |
| Máxima Tensión                        | 1000 Vdc      |
| Intensidad Nominal Salida             | 22 A./11 A.   |
| Tensión, frecuencia nominal           | 400 Vac 50 Hz |
| Distorsión armónica total             | < 4 % (THD)   |
| Eficiencia máxima                     | 98,1 %        |
| Eficiencia Euro                       | 97,7 %        |
| Factor de potencia                    | 1             |
| Marcado CE                            | SI            |

#### **1.1.4.10.2 SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN**

El sistema de monitorización está formado por tarjetas de enchufe integradas, con posibilidad de ordenar las funciones adicionales que se desee, estableciéndose la comunicación entre el inversor y los componentes y suministra energía al resto de los componentes. Garantiza que grandes cantidades de datos sean distribuidas de una manera rápida y segura y facilita la conexión de los sensores que miden la temperatura del panel y la exterior, y puede proveer información precisa sobre irradiación y velocidad del viento. Permitirá la visualización de todos los datos de funcionamiento e indicación permanente del rendimiento actual. Con 2 x 16 caracteres, conmutación en intervalos de 2 segundos: tensión CA y CC, rendimiento diario y total (Wh, kWh), temperatura generador PV y radiación PV (con





sensor conectado), indicación de fallos (sobrecalentamiento, sobre tensión CC, tensión inferior/ sobre tensión CA, corriente de derivación (AFI). Para distancias superiores a 50 m y para la conexión de inversores de conexión a red adicionales se dispone, además, de un puerto RS través de cual se interconectarán los 2 inversores de conexión a red proyectados.

Se instalarán así mismo, un Módem para el control remoto de los datos a través de una red de telecomunicaciones hacia el PC, un Convertidor RS 232/485 para la adaptación de varios inversores de conexión a red a un PC, un Registrador de datos con Almacenamiento de valores de funcionamiento. En una memoria anular con una capacidad de 120 valores se almacenan valores medios a lo largo de 15 minutos de tensión CC, tensión CA, intensidad CA, temperatura del disipador de calor, radiación y temperatura (si está conectado un sensor). De estos valores se forman 40 valores diarios y 13 mensuales. Se pueden almacenar y leer hasta 10 errores de la instalación. Los Interfaces de datos, transferencia y software de evaluación permitirán, a través del puerto RS 232 leer los datos almacenados en el registrador de datos y su evaluación.

#### Conexión a red y el PC

**Software.** Con el software desarrollado para los inversores de conexión a red se pueden visualizar los siguientes datos de funcionamiento en un PC:

Representación de los valores online: UDC · UAC · IAC · fecha, hora, potencia CA, temperatura del módulo, radiación del módulo, rendimiento del día y desde la puesta en servicio, errores.

Representación de los valores de minuto: fecha, hora, UDC · UAC · IAC · temperatura, radiación, rendimiento en 15 minutos, suma acumulada del día.

Visualización de color, zoom, posibilidad de impresión y almacenamiento. Los inversores individuales se pueden consultar con un menú desplegable.

Representación de los valores diarios: fecha en el inversor y energía diaria.

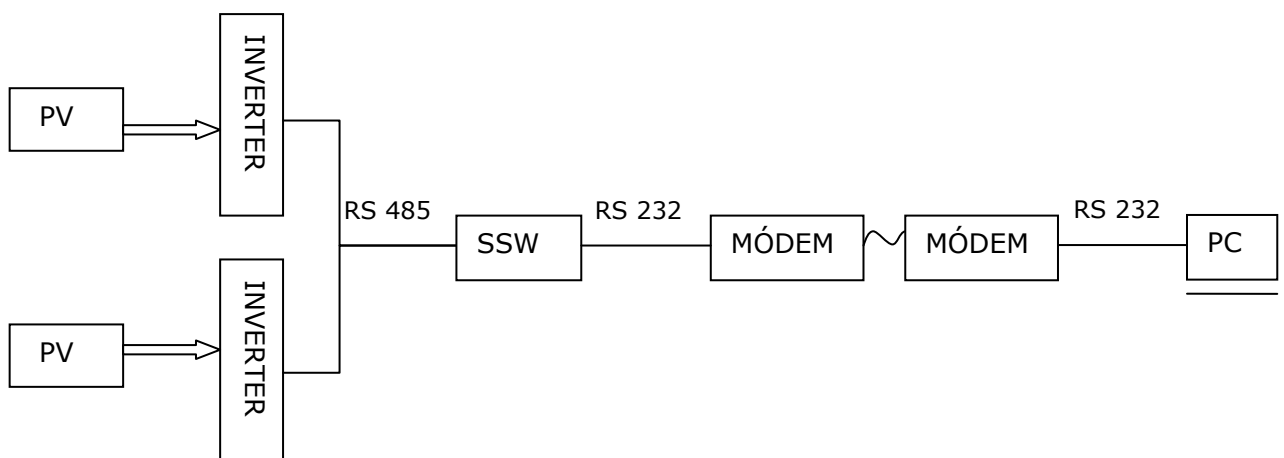


Representación de los valores mensuales: fecha en el inversor, rendimiento desde la puesta en servicio y energía mensual.

Visualización de color, zoom, posibilidad de impresión y almacenamiento (mapa de bits).

Datos de error: fecha, hora, tipo de error.

Ajustes: fecha, hora en el inversor, selección del tipo de módem e introducción del número de teléfono.



## 1.1.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

### 1.1.5.1 GENERALIDADES

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior equivalente referente a protecciones y seguridad de las personas. Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas, y sobretensiones. Dichas protecciones deben afectar, tanto a la línea del generador, como a la línea de cargas. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65 y los de interior, IP32.



La conexión del generador fotovoltaico a la red general de distribución no deberá provocar averías en la misma, ni disminución de las condiciones de seguridad o alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable. Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante).

#### 1.1.5.2 LÍNEAS ELÉCTRICAS.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente. Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte DC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior de 1,0%. El mismo valor se utilizara para el dimensionamiento de conductores de la parte AC, teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las correspondientes a cajas de conexiones. Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuados para su uso en intemperie, al aire o enterrado de acuerdo con la norma UNE 21123. Cumplirán, así mismo, con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

El montaje del cableado se realizará sin torsiones ni esfuerzos, disponiéndose mediante trazados horizontales y verticales y conduciéndose con la debida protección en los lugares que discurran por el exterior y con la debida atención para no invertir las polaridades de los circuitos. Los fusibles se instalarán, preferentemente, en las líneas de polaridad positiva. Como norma general, el cableado cumplirá con las siguientes prescripciones:

- La conexión de los módulos en serie, se realizará por medio del cableado "multicontact". Embridando el cableado de interconexión a las correas de la estructura. Los conductores, tanto en AC como en DC serán de cobre y de la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Todo el conexionado se realizará de barra de origen a barra de destino, sin el corte de los conductores, evitando la existencia de empalmes.



- El cableado subterráneo tanto de AC como de DC se depositará bajo tubo con el conexionado ejecutado de borna de origen a borna de destino sin el corte de los conductores, evitando la existencia de empalmes. Se anillará de manera que leyendo cualquiera de los extremos, se pueda determinar cada cable. Se anillara cada conductor tanto en origen como en destino.

#### 1.1.5.3 MODOS DE CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN.

La conexión a la red se hará de forma que podamos compensarse las tres fases. Cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1661/2000 (art. 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. El sistema de inversores nos permite también que las líneas de conexión sea en corriente alterna con lo cual disminuimos la sección. Tipo de conexión: Trifásica (entre fases 400 V).

Los inversores monitorizan la tensión de red, siempre que esta esté dentro de los valores especificados para su funcionamiento ( $0,85 V_n$  (veces la nominal) -  $1,1 V_n$ ;  $49 \text{ Hz}$  -  $51 \text{ Hz}$ ) y que exista la radiación solar suficiente (potencia en continua) el inversor realiza la conexión a red sincronizándose con su frecuencia y evacuando toda la energía disponible a la misma. Asimismo, el inversor monitoriza continuamente la tensión y frecuencia de la red, en caso de que exista un fallo en la red que haga que la tensión o la frecuencia estén fuera del rango permitido, los inversores desconectan el sistema automáticamente. En caso de desaparecer completamente la tensión de red, los inversores disponen de una protección anti-isla que desconectan el sistema hasta que detecta de nuevo tensión. La reconexión se produce a los tres minutos de la desaparición del fallo de tensión o frecuencia.

#### 1.1.5.4 SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL.

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), protegidos contra posibles contactos directos e indirectos.



#### 1.1.5.5 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN, SEGURIDAD Y CABLEADO.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 sobre protecciones de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En particular, en conexiones a la red trifásicas, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Veces la nominal, respectivamente), serán para cada fase. Así mismo, cumplirán, en cuanto a armónicos y compatibilidad electromagnética, lo dispuesto en el Artículo 13 del mencionado Real Decreto. Las protecciones que proporciona el inversor nos permite eliminar el cuadro de protecciones con descargadores, fusibles, diodos, etc., que nos obligaría a la instalación de un inversor trifásico único para cada generador.

##### 1.1.5.5.1 CONTACTOS DIRECTOS.

- Tanto en el lado de continua como en el de alterna no hay acceso directo a las conexiones Módulos fotovoltaicos: Latiguillos multicontact, aislados y caja de conexiones sellada.

- Cajas de conexión del campo de paneles: Bomas en el interior de la caja con la tapa atornillada y prensaestopas en la entrada de cables

- Cables: doble aislamiento según norma UNE 21123

##### 1.1.5.5.2 CONTACTOS INDIRECTOS

- Diferencial con sensibilidad de 300 mA. Toma de tierra.

##### 1.1.5.5.3 CORTOCIRCUITOS

- El inversor dispone de protección contra sobreintensidades en el lado de corriente continua. Salida del inversor protegida mediante un magnetotérmico de 16 A.

##### 1.1.5.5.4 SOBRECARGAS

Es una situación que no puede darse nunca, ya que el campo de paneles está definido según la potencia máxima que tiene el inversor. La única situación que se produciría de sobrecarga es si se aumentara el campo de paneles de forma indebida y sin consultar al instalador.



#### **1.1.5.5.5 SOBRETENSIONES**

Tanto en la entrada de continua como en la salida de alterna, el inversor, está protegido mediante varistores.

#### **1.1.5.6 EQUIPOS DE MEDIDA.**

A efectos de esta Especificación, se entenderá como contador de energía aquel equipo que permita medir el consumo (circuito de corriente continua y alterna) y/o la producción eléctrica (kWh) de la instalación solar. Estos equipos deberán estar convenientemente calibrados, así como cumplir con las especificaciones definidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se instalara un contador para medida de la energía producida y entregada a la empresa suministradora. Será electrónico, bidireccional, con precisión en la medida de clase 0,2s para energía activa y clase 0,5s para energía reactiva, con Modulo de entrada serie RS 485 con protocolo STOM para envío de información a RMC.T1.x (Registradores de medidas), y con posibilidad de hasta tres contratos tarifarios para el tratamiento de tarifas de activa y reactiva

#### **1.1.5.7 PUESTA A TIERRA**

En cuanto a las protecciones contra corrientes derivadas, todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. A este respecto todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro del transformador. Garantizaran la disposición de las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas. La puesta a tierra de protección de los bastidores y marcos de los paneles fotovoltaicos será independiente del resto de las tierras de la instalación.

#### **1.1.5.8 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

La tensión generada será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:



1. Armónicos de orden par: 4/n
2. Armónicos de orden 3:5
3. Armónicos de orden impar ( $\geq 5$ ): 25/n

La tasa de armónicos es la relación, en %, entre el valor eficaz del armónico de orden n y el valor eficaz del fundamental. Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y compatibilidad electromagnética.

## 1.1.6 RED DE BAJA TENSIÓN

### 1.1.6.1 GENERALIDADES

La red de distribución proyectada para evacuación de la energía eléctrica producida por el generador fotovoltaico está compuesta por una sola línea de B.T. existente como parte de las instalaciones del Polígono, derivada de un centro de transformación, alimentado por una línea trifásica de media tensión en instalación subterránea, conectada a las redes de distribución de energía eléctrica, propiedad de IBERDROLA S.A.U.

### 1.1.6.2 PREVISIÓN DE POTENCIA

La potencia máxima a transportar por la red de distribución en B.T. se limita a la producción del generador fotovoltaico, en concreto, 20.000 W de potencia nominal y 20.400 W de potencia máxima.

### 1.1.6.3 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En cuanto a las características fundamentales de la red, definitorias de su régimen de funcionamiento, quedan reflejadas en la tabla que se adjunta, independientemente de que sean ampliadas en capítulos posteriores.

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Clase de corriente                 | Alterna trifásica             |
| Frecuencia                         | 50 HZ                         |
| Tensión Nominal                    | 230/400 V                     |
| Tensión máx. entre fase y tierra.  | 250 V.                        |
| Esquema de distribución MIE BT 008 | TT                            |
| Sistema de puesta a tierra         | Neutro directamente a tierra. |
| Aislamiento de los cables de red   | 0,6/1 kV.                     |



---

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| Intensidad máx. de circuito trifásico | 16 kA |
| Caída de tensión máxima               | 5 %   |

#### 1.1.6.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se ha diseñado un único circuito de baja tensión. La red eléctrica, en su recorrido, sólo afectará a terrenos de dominio público. Su trazado se limitará al espacio existente entre el Cuadro en el que se sitúa el equipo de medida situado en el límite de la parcela, y la canalización de la red de distribución existente.

#### 1.1.6.5 CANALIZACIONES.

Las canalizaciones hasta el punto de conexión con la red de distribución se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, preferentemente bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas de fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección. A ser posible, se utilizarán canalizaciones existentes.

#### 1.1.6.6 CONDUCTORES

Los conductores a emplear en la instalación estarán fabricados de acuerdo con la Norma UNE 21022 "Conductores de cables aislados". Serán de Aluminio de tensión nominal  $U_0/U$  de 0,6/1 K, con aislamiento termoestable de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta será de Policloruro de Vinilo, con denominación normalizada RV, enterrados bajo tubo, de 150 mm<sup>2</sup> de sección (según Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución de la Cía. Suministradora). El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 5 % de la tensión nominal y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento. Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.





- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

El conductor neutro tendrá como mínimo, en distribuciones trifásicas a cuatro hilos, una sección igual a la sección de los conductores de fase para secciones hasta 10 mm<sup>2</sup> de cobre o 16 mm<sup>2</sup> de aluminio, y una sección mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y 16 mm<sup>2</sup> de aluminio, para secciones superiores. En distribuciones monofásicas, la sección del conductor neutro será igual a la sección del conductor de fase. Así mismo, deberá estar correctamente identificado. Estará puesto a tierra en el centro de transformación o central generadora, y como mínimo, cada 500 metros de longitud de línea. Aún cuando la línea posea una longitud inferior, se recomienda conectarlo a tierra al final de ella. La resistencia de la puesta a tierra no podrá superar los 20 ohmios.

Los conductores serán en todos los casos unipolares, y cumplirán con las normas particulares de la Compañía a la que se proyecta ceder la red de distribución. Responderán a las siguientes características:

|                                    |                       |
|------------------------------------|-----------------------|
| Conductor                          | Aluminio              |
| Clase                              | 2                     |
| Sección nominal                    | 1x150 mm <sup>2</sup> |
| Aislamiento                        | XLPE                  |
| Cubierta                           | PVC                   |
| Características constructivas      | IEC-60502             |
| Temperatura máxima (cortocircuito) | 90 ° C                |

#### 1.1.6.7 EMPALMES Y CONEXIONES.

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

Un método apropiado para la realización de empalmes y conexiones puede ser mediante el empleo de tenaza hidráulica y la aplicación de un revestimiento a base de cinta vulcanizable.



#### 1.1.6.8 SISTEMAS DE PROTECCIÓN.

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten los circuitos (según figura en anexo de cálculo); cuando se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante (y queda ésta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.

- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (ITC-BT-22) se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.

- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.

- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado "XLPE", tensión asignada 0,6/1 kV, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (ITC-BT-22), la Cía. Suministradora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT el esquema TT, es decir, Neutro de B.T. puesto directamente a tierra y masas



de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

Por otra parte, es obligada la conexión del neutro a tierra en el centro de transformación y cada 500 metros (según ITC-BT-06 e ITC-BT-07), sin embargo, aunque la longitud del único circuito será inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará como mínimo una vez a tierra al final de la línea.

#### 1.1.6.9 PUESTA A TIERRA

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión, MI BT 006.

El Neutro se conectará a tierra a lo largo de la red en las arquetas anteriores al transformador y al equipo de medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica bimetálica de 1,5 m de longitud, y 14 mm. de Ø, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu. como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.



## **1.1.7 INSTALACIÓN MECÁNICA Y OBRA CIVIL**

### **1.1.7.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.**

#### **1.1.7.1.1 ESTRUCTURA SOPORTE.**

La estructura soporte de paneles fotovoltaicos será metálica, formada por perfiles metálicos laminados de secciones en "Z", fijadas a la estructura existente tal manera que resistirá, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el CTE.

Sobre esta estructura portante principal se fijaran perfiles de chapa galvanizada plegada formando "L" de 40x30, de 2 mm. de espesor sobre las que se fijaran las correas realizadas con chapa de acero galvanizada, de 3 mm de espesor, conformadas en "Ω" que soportan los paneles. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de los paneles, permitirán las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los propios módulos. Se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el módulo, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje. Los puntos de sujeción de los módulos fotovoltaicos serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, de forma que no se produzcan flexiones en el panel superiores a las permitidas por el fabricante.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales mediante galvanizado por inmersión en caliente. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder al galvanizado o protección de la estructura. La tornillería y piezas auxiliares estarán protegidas por galvanizado o zincado, o bien serán de acero inoxidable. Los topes de sujeción de paneles y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. La instalación permitirá el acceso a los paneles de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura o su cableado se haya desconectado.

#### **1.1.7.1.2 ZANJAS Y CONDUCTOS**

Toda la red de distribución se instalara enterrada bajo tubo, de forma que cada conducto albergara un solo conjunto de conductores unipolares que constituyan un sistema. Los conductores (cada sistema) se instalaran en el



interior de tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 160 mm.

Las canalizaciones discurrirán procurando que la longitud de la canalización sea lo más corta posible. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 40 cm. para la colocación de un tubo recto de  $\Phi 160$  mm. aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm., tanto en su proyección vertical como horizontal. La separación entre tubos y paredes de zanja será de 5 cm. La profundidad de la zanja dependerá del nº. de tubos pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm., tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo (véase en planos).

Como norma general, en el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm. de espesor de hormigón H 175, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H 175 con un espesor de 10 cm. por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Posteriormente se tenderá una capa de 20 cm. de espesor de arena TAMIZ 5 UNE con objeto de servir de colchón y amortiguar las vibraciones A continuación se rellenará con hormigón H-175 hasta rasante. Se dispondrán, como mínimo, arquetas cada 60 m de longitud de tubería, y en cada derivación o curva pronunciada. Tanto las zanjas como las arquetas se realizarán siguiendo las normas de IBERDROLA.



## 1.1.8 ESTUDIO ENERGÉTICO

### 1.1.8.1 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar se valora en varias unidades físicas concretas, las más utilizadas son:

- Irradiancia: potencia o radiación incidente por unidad de superficie. Indica la intensidad de la radiación solar. Se mide en  $W/m^2$ .
- Irradiación: Integración o suma de las irradiancias en un periodo de tiempo determinado. Se miden en  $Wh/m^2$ . Un dato comúnmente utilizado en los estudios energéticos es el de la irradiancia solar a lo largo de un día, que tiene unidades de  $Wh/m^2 \cdot día$  y sus múltiplos más habituales  $kWh/m^2 \cdot día$  y  $MWh/m^2 \cdot día$ .

La potencia radiante de  $1.367 W/m^2$  que llega al planeta tierra no es la que finalmente alcanza la superficie terrestre, puesto que la atmósfera terrestre atenúa la radiación solar debido a la reflexión, absorción y difusión que los componentes atmosféricos (moléculas de aire, ozono, vapor de agua,  $CO_2$ , aerosoles, etc.) producen sobre la radiación solar.

Existen numerosas ecuaciones relativas al movimiento del Sol con respecto a la Tierra, los ángulos de orientación e inclinación óptimos para cada momento, la radiación difusa, la radiación de albedo o reflejada, la inclinación de superficies, etc., a efectos prácticos generalmente se trabaja mediante factores y tablas, como las proporcionadas por CENSOLAR. También es frecuente la utilización de programas numéricos como PVsyst, que utilizan las bases de datos de radiación para calcular cada caso. En nuestro caso vamos a usar las tablas de CENSOLAR.

### 1.1.8.2 ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

Existen diversos factores que hacen que la producción eléctrica real sea menor de la esperada. Algunos de ellos serán:



- **Orientación de los módulos fotovoltaicos:** como tenemos un sistema de paneles fijos, la cantidad de radiación solar que los paneles pueden captar es menor que si estuvieran siempre perpendiculares a los rayos solares. La orientación e inclinación de nuestros módulos se tiene que optimizar en función de las necesidades, consideración que ya ha quedado resulta anteriormente. Sin embargo, grandes desviaciones en orientación (hasta 20°) e inclinación (hasta 10°) no suponen grandes pérdidas (estas son menores del 5%).
- **Sombreado de los paneles:** si se produjeran sombras debido a árboles o edificios cercanos sí podría originar grandes pérdidas de rendimiento por eso, esta consideración se ha tenido muy en cuenta a la hora de hacer el diseño de la instalación.
- **Polvo sobre los módulos:** Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc.
- **Efecto de la temperatura en las células fotovoltaicas:** El rendimiento de los módulos fotovoltaicos disminuye con el incremento de la temperatura de trabajo a la que están sometidos. Al ser un elemento expuesto a la radiación solar de manera continuada es necesario que exista una buena ventilación tanto por la superficie expuesta como por la parte posterior. Todo y teniendo en cuenta esta premisa el incremento de temperatura que produce puede ser importante. Para el cálculo del factor que considera las pérdidas medias mensuales debidas a la temperatura, "Ltem", se hace uso de la siguiente expresión:

$$L_{tem} = g \times (T_c - 25^\circ\text{C})$$



Siendo:

- g: Coeficiente de temperatura de la potencia, en  $1/^\circ\text{C}$ . Este valor viene dado por el fabricante de la placa, si no por defecto se puede coger el valor  $0,0045 / ^\circ\text{C}$ .
- TC: Temperatura de trabajo mensual de las placas fotovoltaicas.

Para encontrar la Tc se utiliza la siguiente expresión:

$$T_c = T_{amb} + \frac{(TONC - 20^\circ\text{C}) \times E}{800}$$

Siendo:

- Tamb: Temperatura ambiente media mensual de la localidad donde se instalará la planta.
- TONC: Temperatura de operación nominal del módulo. Temperatura que cogen las células solares cuando se somete la placa a una irradiación de  $800 \text{ W/m}^2$  con una AM de 1.5, una temperatura ambiente de  $20^\circ\text{C}$  y una velocidad de viento de  $1 \text{ m/s}$ . Este dato será suministrado por el fabricante, siendo el valor en este caso  $TONC = 46^\circ\text{C}$ .
- E: Radiación media en un día soleado, en este caso  $800 \text{ W/m}^2$ .

Substituyendo los valores a la expresión anterior encontramos:

$$T_c = T_{amb} + 24$$

$$L_{tem} = g \cdot (T_{amb} + 24 - 25) = \mathbf{0,0045 \cdot (T_{amb} - 1)}$$

- **Pérdidas en el cableado:** se producen básicamente por efecto Joule y se calculan conociendo la sección de los cables y su longitud.





- **Autoconsumos:** los reguladores de carga (inversores) presentan un cierto autoconsumo de entre 5 y 25 mA. Esto se suele estar incluido en las pérdidas relativas al rendimiento del inversor.
- **Rendimiento del inversor y consumo nocturno (en espera):** la transformación de energía no es perfecta, por eso se producen pérdidas. Los inversores usados en este proyecto presentan rendimientos mayores del 97,7% y consumos nocturnos nulos.

Todos estos factores descritos se tendrán en cuenta (no siempre explícitamente) en el cálculo energético del apartado siguiente.

### 1.1.8.3 CÁLCULO ENERGÉTICO

Se va a realizar el cálculo para cada uno de los meses del año, obteniéndose una producción anual esperada, que es el resultado principal buscado con este estudio energético.

A continuación se definen los términos utilizados:

- H: energía, en MJ, que incide en un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes. A continuación se presenta el gráfico correspondiente a Soria.

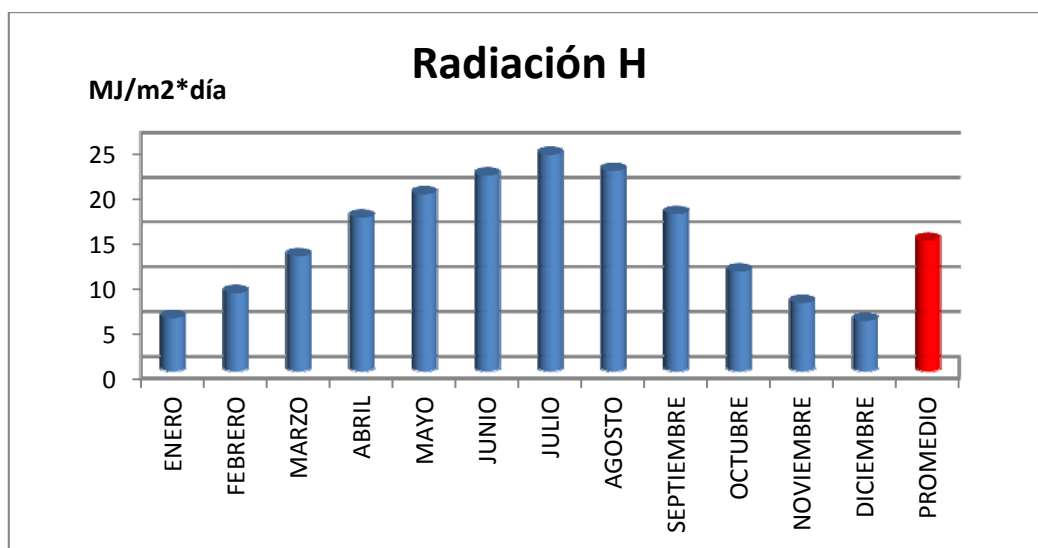


Fig. 11: Variación de la energía solar incidente a lo largo del año en Soria



- HSP: horas solares pico. Número de horas de un día con una irradiancia ficticia de 1000 W/m<sup>2</sup> que tendría la misma radiación total que la real de ese día. Con esa definición si se tiene la irradiación de un determinado día, y se divide por 1000 W/m<sup>2</sup>, se tienen las horas de sol pico.

- K: factor de corrección debido a la inclinación del panel, dependiendo del mes, de la latitud a la que nos encontramos y de la inclinación del panel ( en nuestro caso 30°).

- P<sub>1</sub>: factor que engloba una serie de pérdidas como son: polución, sombreado, pérdidas en continua, pérdidas en alterna, dispersión, etc. (%)

- P<sub>inv</sub>: rendimiento del inversor. Dato suministrado por el fabricante (%)

- P<sub>temp</sub>: rendimiento de los paneles a causa de la temperatura. (%)

- PR: Rendimiento energético de la instalación o performance ratio. Factor que representa la eficiencia global de la instalación. Puede apreciarse un descenso claro en los meses más cálidos debido a que disminuye el rendimiento de los paneles por efecto de la temperatura. (%)

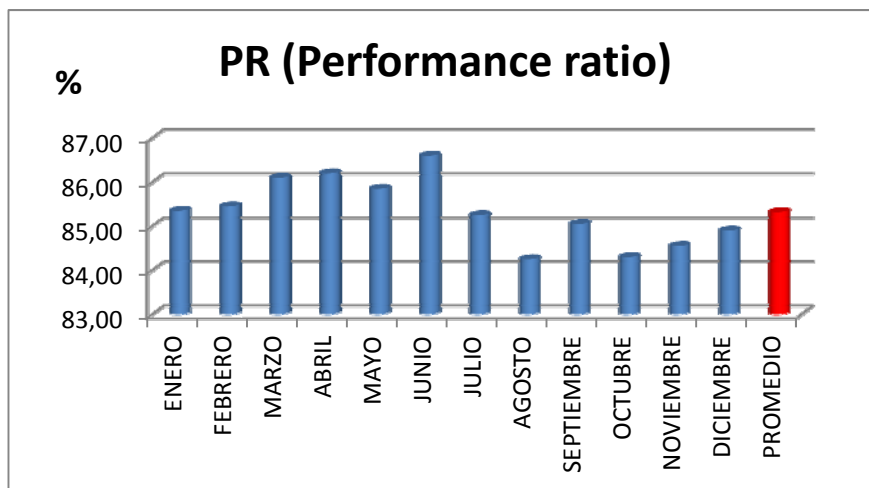


Fig. 12: Variación anual del PR

- HSP modificada: horas solares pico que se aprovecharán en la instalación, después de aplicar el PR.

- Energía: producción total de energía por meses y para el total del año.



| MES             | H           | HSP           | K            | P1          | P <sub>INV</sub> | TEMP. MEDIA | P <sub>TEMP</sub> | PR           | HSP MODIFICADA |
|-----------------|-------------|---------------|--------------|-------------|------------------|-------------|-------------------|--------------|----------------|
| ENERO           | 5,9         | 1,6389        | 1,35         | 89          | 97,7             | 4           | 98,65             | 85,35        | 1,3988         |
| FEBRERO         | 8,7         | 2,4167        | 1,27         | 90          | 97,7             | 6           | 97,75             | 85,45        | 2,0650         |
| MARZO           | 12,8        | 3,5556        | 1,18         | 92          | 97,7             | 9           | 96,40             | 86,10        | 3,0613         |
| ABRIL           | 17,1        | 4,7500        | 1,08         | 93          | 97,7             | 11          | 95,50             | 86,20        | 4,0945         |
| MAYO            | 19,7        | 5,4722        | 1,01         | 94          | 97,7             | 14          | 94,15             | 85,85        | 4,6979         |
| JUNIO           | 21,8        | 6,0556        | 0,99         | 97          | 97,7             | 19          | 91,90             | 86,60        | 5,2441         |
| JULIO           | 24,1        | 6,6944        | 1,02         | 97          | 97,7             | 22          | 90,55             | 85,25        | 5,7070         |
| AGOSTO          | 22,3        | 6,1944        | 1,09         | 96          | 97,7             | 22          | 90,55             | 84,25        | 5,2188         |
| SEPTIEMBRE      | 17,5        | 4,8611        | 1,21         | 95          | 97,7             | 18          | 92,35             | 85,05        | 4,1344         |
| OCTUBRE         | 11,1        | 3,0833        | 1,35         | 92          | 97,7             | 13          | 94,60             | 84,30        | 2,5993         |
| NOVIEMBRE       | 7,6         | 2,1111        | 1,44         | 90          | 97,7             | 8           | 96,85             | 84,55        | 1,7849         |
| DICIEMBRE       | 5,6         | 1,5556        | 1,42         | 89          | 97,7             | 5           | 98,20             | 84,90        | 1,3207         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>14,5</b> | <b>4,0324</b> | <b>1,201</b> | <b>92,8</b> | <b>97,7</b>      | <b>12,6</b> | <b>94,79</b>      | <b>85,32</b> | <b>3,4405</b>  |

| MES                  | DÍAS MES   | HSP MODIFICADA | P PICO (KWp) | ENERGÍA (KWh)   |
|----------------------|------------|----------------|--------------|-----------------|
| ENERO                | 31         | 1,3988         | 24,00        | 1040,70         |
| FEBRERO              | 28         | 2,0650         | 24,00        | 1387,71         |
| MARZO                | 31         | 3,0613         | 24,00        | 2277,63         |
| ABRIL                | 30         | 4,0945         | 24,00        | 2948,04         |
| MAYO                 | 31         | 4,6979         | 24,00        | 3495,24         |
| JUNIO                | 30         | 5,2441         | 24,00        | 3775,76         |
| JULIO                | 31         | 5,7070         | 24,00        | 4246,02         |
| AGOSTO               | 31         | 5,2188         | 24,00        | 3882,80         |
| SEPTIEMBRE           | 30         | 4,1344         | 24,00        | 2976,75         |
| OCTUBRE              | 31         | 2,5993         | 24,00        | 1933,84         |
| NOVIEMBRE            | 30         | 1,7849         | 24,00        | 1285,16         |
| DICIEMBRE            | 31         | 1,3207         | 24,00        | 982,58          |
| <b>PROMEDIO/SUMA</b> | <b>365</b> | <b>3,4405</b>  | <b>24,00</b> | <b>30232,23</b> |



Se producirán por tanto, 30,23 MWh anualmente.

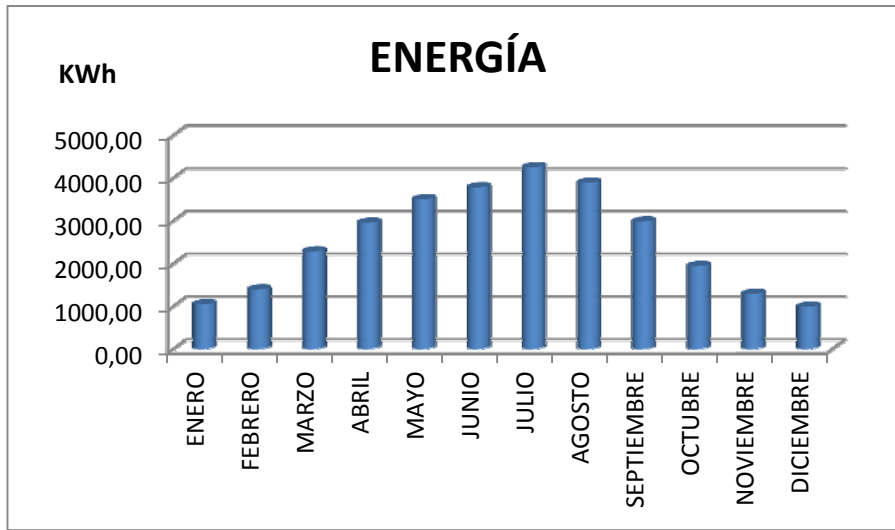


Fig. 13: Variación anual de la energía producida.



### 1.1.9 BIBLIOGRAFÍA

- Guía de la energía solar, Comunidad de Madrid 2006
- Instalaciones de energía solar , Centro de Estudios de la Energía Solar, Tomo II, CENSOLAR, Sevilla 2007.
- El sol puede ser tuyo, (IDAE) 2008
- Energía sola en España 2007. Estado actual y perspectivas, (IDAE)
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red (IDAE) julio 2011
- Plan de energías renovables 2011-2020 (IDAE).
- Ministerio de Ciencia y Tecnología, "Reglamento Electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51", 2002.

#### *Páginas web:*

<http://www.suelosolar.es>

<http://ingelibreblog.files.wordpress.com>

<http://www.idae.es>

<http://www.tecnosolar.com.mx>

Páginas de fabricantes de componentes

Soria, Julio de 2014

Fdo.: Silvia Sacristán Benito  
Grado en Ingeniería Forestal



## 1.2 ANEJOS A LA MEMORIA

### 1.2.1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

#### 1.2.1.1 INTRODUCCIÓN

La normativa de esta Escuela insta a los alumnos a recopilar y desarrollar todos los cálculos realizados en una sección específica para ellos. Esta sección, por tanto, debe entenderse como un anejo de consulta en caso de requerir un mayor nivel de detalle o explicaciones complementarias a las que aparecen en los apartados correspondientes de la memoria.

A continuación se muestran los cálculos más importantes presentes a lo largo de este proyecto.

#### 1.2.1.2 CABLEADO

##### 1.2.1.2.1 FÓRMULAS JUSTIFICATIVAS

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

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

Cos  $\varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N<sup>o</sup> de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m $\Omega$ /m.



### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I<sub>b</sub>: intensidad utilizada en el circuito.

I<sub>z</sub>: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I<sub>n</sub>: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I<sub>n</sub> es la intensidad de regulación escogida.

I<sub>2</sub>: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I<sub>2</sub> se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I<sub>n</sub> como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I<sub>n</sub>).



### Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\theta = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\theta = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\theta_1-\operatorname{tg}\theta_2).$$

$$C = Q_c x 1000 / U^2 x \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c x 1000 / 3 x U^2 x \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (Kw).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q<sub>c</sub> = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

θ<sub>1</sub> = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

θ<sub>2</sub> = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2xPixf ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

#### 1.2.1.2.2 DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

inversor 1                      10000 W

inversor 2                      10000 W

TOTAL....                      20000 W

- Potencia Instalada Fuerza      20000 W
- Potencia Máxima Admisible    20784 W

#### 1.2.1.2.3 RESULTADOS

##### Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos φ: 1; X<sub>u</sub>(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo:  
20000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=20000/1,732x400x1=28.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16/10+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)





I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:  
 Temperatura cable (°C): 47.82  
 $e(\text{parcial})=3 \times 20000 / 50.09 \times 400 \times 16 = 0.19 \text{ V.} = 0.05 \%$   
 $e(\text{total})=0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Cálculo de la Línea: inversor 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$I=10000 / 1,732 \times 400 \times 1 = 14.43 \text{ A.}$   
 Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
 Temperatura cable (°C): 46.1  
 $e(\text{parcial})=3 \times 10000 / 50.4 \times 400 \times 6 = 0.25 \text{ V.} = 0.06 \%$   
 $e(\text{total})=0.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.  
 Protección diferencial:  
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: inversor 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$I=10000 / 1,732 \times 400 \times 1 = 14.43 \text{ A.}$   
 Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K



I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.1

$e(\text{parcial}) = 3 \times 10000 / 50.4 \times 400 \times 6 = 0.25 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total}) = 0.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

### Cuadro General de Mando y Protección

| Denominación           | P.Cálculo<br>(W) | Dist.Cálc<br>Dimensiones(mm)<br>(m)<br>Tubo,Canal,Band. | Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | I.Cálculo<br>(A) | I.Admi.<br>(A) | C.T.Parc.<br>(%) | C.T.Total<br>(%) |     |
|------------------------|------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|-----|
| ACOMETIDA              | 20000            | 3                                                       | 3x50/25Al                     | 28.87            | 144            | 0.02             | 0.02             | 110 |
| LINEA GENERAL ALIMENT. | 20000            | 2                                                       | 3x16/10+TTx16Cu               | 28.87            | 73             | 0.03             | 0.03             | 75  |
| DERIVACION IND.        | 20000            | 3                                                       | 3x16/10+TTx16Cu               | 28.87            | 73             | 0.05             | 0.08             | 63  |
| inversor 1             | 10000            | 3                                                       | 4x6+TTx6Cu                    | 14.43            | 32             | 0.06             | 0.14             | 25  |
| inversor 2             | 10000            | 3                                                       | 4x6+TTx6Cu                    | 14.43            | 32             | 0.06             | 0.14             | 25  |

#### 1.2.1.2.4 CÁLCULOS DE LA PUESTA ATIERRA

La resistividad del terreno es 100 ohmiosxm. El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye, preliminarmente, con 3 m. de conductor de Cu desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de Ø y 2 picas de Acero recubierto Cu de 2 m de longitud y 14 mm de Ø, con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 18.18 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos. Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.



### 1.2.1.3 ESTRUCTURA

#### 1.2.1.3.1 ACERO LAMINADO Y CONFORMADO

Se dimensiona los elementos metálicos de acuerdo al Código Técnico de la Edificación (CTE), determinándose las tensiones y deformaciones, así como la estabilidad, de acuerdo a los principios de la Mecánica Racional y la Resistencia de Materiales. Se realiza un cálculo lineal de primer orden, admitiéndose localmente plastificaciones de acuerdo a lo indicado en la norma. La estructura se supone sometida a las acciones exteriores, ponderándose para la obtención de las tensiones y comprobación de secciones, y sin mayorar para las comprobaciones de deformaciones, de acuerdo con los límites de agotamiento de tensiones y límites de flecha establecidos.

Para el cálculo de los elementos comprimidos se tiene en cuenta el pandeo por compresión, y para los flectados el pandeo lateral, de acuerdo a las indicaciones de la norma.

#### 1.2.1.3.2 CÁLCULOS POR ORDENADOR

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador, Metal 3D Cype. Al final de este documento se adjuntan los cálculos de los diversos elementos estructurales.

#### 1.2.1.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

Los materiales a utilizar así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en el siguiente cuadro:

- ACEROS CONFORMADOS

|                           |                                      | Toda la obra | Comprimidos | Flectados | Traccionados | Placas anclaje |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|-----------|--------------|----------------|
| Acero en Perfiles         | Clase y Designación                  | S275JR       |             |           |              |                |
|                           | Límite Elástico (N/mm <sup>2</sup> ) | 275          |             |           |              |                |
| Acero en Placas y Paneles | Clase y Designación                  | S275JR       |             |           |              |                |
|                           | Límite Elástico (N/mm <sup>2</sup> ) | 275          |             |           |              |                |



#### 1.2.1.3.4 ENSAYOS A REALIZAR

**Aceros estructurales.** Se harán los ensayos pertinentes de acuerdo a lo indicado en el CTE.

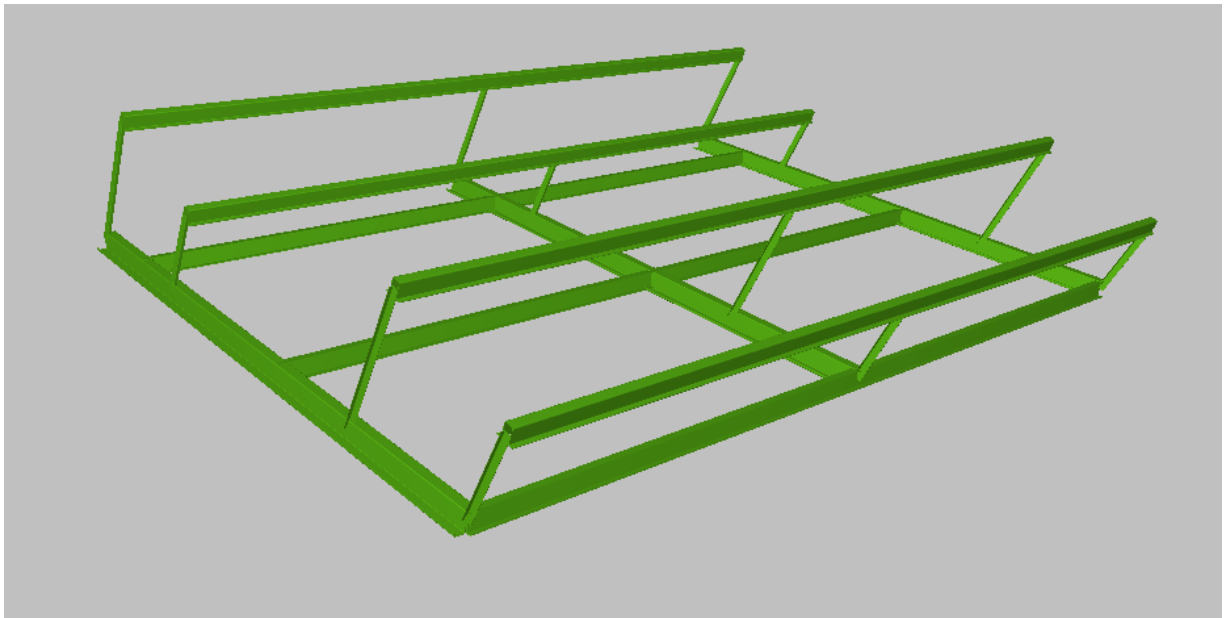
#### 1.2.1.3.5 ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN

**Límites de deformación de la estructura.** El cálculo de deformaciones es un cálculo de estados límites de utilización con las cargas de servicio, coeficiente de mayoración de acciones  $=1$ , y de minoración de resistencias  $=1$ .

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de fluencia pertinentes para la determinación de la flecha activa.

#### 1.2.1.3.6 RESULTADOS METAL 3D

A continuación se adjuntan los datos obtenidos del programa Metal 3D. Se ha discretizado una parte de la estructura para simplificar los cálculos.





---

## ÍNDICE

### 1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

1.2.- Estados límite

1.2.1.- Situaciones de proyecto

### 2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

2.1.2.- Barras

2.2.- Cargas

2.2.1.- Barras

2.3.- Resultados

2.3.1.- Barras



## 1.- DATOS DE OBRA

### 1.1.- Normas consideradas

Acero conformado: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categoría de uso:** G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

### 1.2.- Estados límite

|                                    |                                          |
|------------------------------------|------------------------------------------|
| E.L.U. de rotura. Acero conformado | CTE                                      |
| E.L.U. de rotura. Acero laminado   | Cota de nieve: Altitud superior a 1000 m |
| Desplazamientos                    | Acciones características                 |

#### 1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Acero conformado: CTE DB SE-A**

**E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A**

| Persistente o transitoria |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                           | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                           | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)      | 0.800                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)            | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.000                       |





| Referencia | Nudos       |       |       |                      |            |            |            |            |            |              |       |       |       |                      |
|------------|-------------|-------|-------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------|-------|-------|----------------------|
|            | Coordenadas |       |       | Vinculación exterior |            |            |            |            |            |              |       |       |       | Vinculación interior |
|            | X (m)       | Y (m) | Z (m) | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ | Dependencias | Ux    | Uy    | Uz    |                      |
| N13        | -2.530      | 5.000 | 0.392 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N14        | -2.120      | 5.000 | 1.112 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N15        | -1.700      | 5.000 | 0.263 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N16        | -1.440      | 5.000 | 0.713 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N17        | -2.530      | 7.460 | 0.392 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N18        | -2.530      | 9.920 | 0.392 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N19        | -1.700      | 7.460 | 0.263 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N20        | -1.700      | 9.920 | 0.263 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N21        | -2.120      | 7.460 | 1.112 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N22        | -2.120      | 9.920 | 1.112 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N23        | -1.440      | 7.460 | 0.713 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N24        | -1.440      | 9.920 | 0.713 | X                    | X          | -          | -          | -          | -          | Recta        | 0.000 | 0.000 | 1.000 | Empotrado            |
| N25        | -0.613      | 5.000 | 0.095 | X                    | X          | X          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N26        | -0.613      | 7.460 | 0.095 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N27        | -0.613      | 9.920 | 0.095 | X                    | X          | X          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N28        | -2.065      | 5.000 | 0.320 | X                    | X          | X          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N29        | -2.065      | 7.460 | 0.320 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N30        | -2.065      | 9.920 | 0.320 | X                    | X          | X          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |

## 2.1.2.- Barras

### 2.1.2.1.- Materiales utilizados

| Materiales utilizados |             |           |       |          |             |                    |                               |
|-----------------------|-------------|-----------|-------|----------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Material              |             | E (MPa)   | $\nu$ | G (MPa)  | $f_v$ (MPa) | $\alpha_t$ (m/m°C) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) |
| Tipo                  | Designación |           |       |          |             |                    |                               |
| Acero laminado        | S275        | 210000.00 | 0.300 | 81000.00 | 275.00      | 0.000012           | 77.01                         |
| Acero conformado      | S275        | 210000.00 | 0.300 | 80769.23 | 275.00      | 0.000012           | 77.01                         |

Notación:  
*E*: Módulo de elasticidad  
 *$\nu$* : Módulo de Poisson  
*G*: Módulo de cortadura  
 *$f_v$* : Límite elástico  
 *$\alpha_t$* : Coeficiente de dilatación  
 *$\gamma$* : Peso específico

### 2.1.2.2.- Descripción

| Descripción    |             |               |               |               |              |              |              |                       |                       |
|----------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Material       |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>Sud</sub> (m) | Lb <sub>Inf</sub> (m) |
| Tipo           | Designación |               |               |               |              |              |              |                       |                       |
| Acero laminado | S275        | N3/N7         | N3/N11        | IPN 100 (IPN) | 2.460        | 0.0          | 0.0          | -                     | -                     |
|                |             | N7/N11        | N3/N11        | IPN 100 (IPN) | 2.460        | 0.0          | 0.0          | -                     | -                     |





| Material         |             | Descripción   |               |                               |              |              |              |                       |                       |
|------------------|-------------|---------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Tipo             | Designación | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)                 | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>Sub</sub> (m) | Lb <sub>Inf</sub> (m) |
|                  |             | N25/N26       | N25/N26       | IPN 100 (IPN)                 | 2.460        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N26/N27       | N26/N27       | IPN 100 (IPN)                 | 2.460        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N28/N29       | N28/N29       | IPN 100 (IPN)                 | 2.460        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N29/N30       | N29/N30       | IPN 100 (IPN)                 | 2.460        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
| Acero conformado | S275        | N1/N2         | N1/N2         | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.829        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N3/N4         | N3/N4         | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.520        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N5/N6         | N5/N6         | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.829        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N9/N10        | N9/N10        | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.829        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N11/N12       | N11/N12       | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.520        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N2/N6         | N2/N10        | OF-80x3.0 (Conformados Omega) | 2.460        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N6/N10        | N2/N10        | OF-80x3.0 (Conformados Omega) | 2.460        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N4/N8         | N4/N12        | OF-80x3.0 (Conformados Omega) | 2.460        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N8/N12        | N4/N12        | OF-80x3.0 (Conformados Omega) | 2.460        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N13/N14       | N13/N14       | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.829        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N15/N16       | N15/N16       | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.520        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N17/N21       | N17/N21       | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.829        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|                  |             | N18/N22       | N18/N22       | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.829        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |



| Material |             | Descripción   |               |                               |              |              |              |                       |                       |
|----------|-------------|---------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Tipo     | Designación | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)                 | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>Sub</sub> (m) | Lb <sub>Inf</sub> (m) |
|          |             | N19/N23       | N19/N23       | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.520        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N20/N24       | N20/N24       | LF-40x20x2 (Conformados LD)   | 0.520        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N14/N21       | N14/N22       | OF-80x3.0 (Conformados Omega) | 2.460        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|          |             | N21/N22       | N14/N22       | OF-80x3.0 (Conformados Omega) | 2.460        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|          |             | N16/N23       | N16/N24       | OF-80x3.0 (Conformados Omega) | 2.460        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|          |             | N23/N24       | N16/N24       | OF-80x3.0 (Conformados Omega) | 2.460        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|          |             | N3/N1         | N3/N13        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 0.850        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N1/N25        | N3/N13        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 0.620        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N25/N15       | N3/N13        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 1.100        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N15/N28       | N3/N13        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 0.370        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N28/N13       | N3/N13        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 0.470        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N7/N5         | N7/N17        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 0.850        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N5/N26        | N7/N17        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 0.620        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N26/N19       | N7/N17        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 1.100        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N19/N29       | N7/N17        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 0.370        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N29/N17       | N7/N17        | ZF-100x2.0 (Conformados Z)    | 0.470        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |



| Material |             | Descripción   |               |                             |              |              |              |                       |                       |
|----------|-------------|---------------|---------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Tipo     | Designación | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)               | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>Sup</sub> (m) | Lb <sub>Inf</sub> (m) |
|          |             | N11/N9        | N11/N18       | ZF-100x2.0 (Conformados Z)  | 0.850        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |
|          |             | N9/N27        | N11/N18       | ZF-100x2.0 (Conformados Z)  | 0.620        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N27/N20       | N11/N18       | ZF-100x2.0 (Conformados Z)  | 1.100        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N20/N30       | N11/N18       | ZF-100x2.0 (Conformados Z)  | 0.370        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N30/N18       | N11/N18       | ZF-100x2.0 (Conformados Z)  | 0.470        | 0.00         | 0.00         | -                     | -                     |
|          |             | N7/N8         | N7/N8         | LF-40x20x2 (Conformados LD) | 0.520        | 1.00         | 1.00         | -                     | -                     |

*Notación:*  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 Lb<sub>Sup</sub>: Separación entre arriostramientos del ala superior  
 Lb<sub>Inf</sub>: Separación entre arriostramientos del ala inferior

**2.1.2.3.- Características mecánicas**

| Tipos de pieza |                                                                                                    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ref.           | Piezas                                                                                             |
| 1              | N3/N11, N25/N26, N26/N27, N28/N29 y N29/N30                                                        |
| 2              | N1/N2, N3/N4, N5/N6, N9/N10, N11/N12, N13/N14, N15/N16, N17/N21, N18/N22, N19/N23, N20/N24 y N7/N8 |
| 3              | N2/N10, N4/N12, N14/N22 y N16/N24                                                                  |
| 4              | N3/N13, N7/N17 y N11/N18                                                                           |

| Características mecánicas |             |      |                                |                      |                        |                        |                        |                        |                       |
|---------------------------|-------------|------|--------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Material                  |             | Ref. | Descripción                    | A (cm <sup>2</sup> ) | Avy (cm <sup>2</sup> ) | Avz (cm <sup>2</sup> ) | Iyy (cm <sup>4</sup> ) | Izz (cm <sup>4</sup> ) | It (cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                      | Designación |      |                                |                      |                        |                        |                        |                        |                       |
| Acero laminado            | S275        | 1    | IPN 100, (IPN)                 | 10.60                | 5.10                   | 3.50                   | 171.00                 | 12.20                  | 1.60                  |
| Acero conformado          | S275        | 2    | LF-40x20x2, (Conformados LD)   | 1.13                 | 0.32                   | 0.65                   | 1.90                   | 0.34                   | 0.02                  |
|                           |             | 3    | OF-80x3.0, (Conformados Omega) | 7.20                 | 2.35                   | 3.85                   | 60.96                  | 44.97                  | 0.22                  |
|                           |             | 4    | ZF-100x2.0, (Conformados Z)    | 4.72                 | 1.82                   | 2.22                   | 76.33                  | 40.72                  | 0.06                  |



| Características mecánicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |      |             |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|-------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             | Ref. | Descripción | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | Avy<br>(cm <sup>2</sup> ) | Avz<br>(cm <sup>2</sup> ) | Iyy<br>(cm <sup>4</sup> ) | Izz<br>(cm <sup>4</sup> ) | It<br>(cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Designación |      |             |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| <p><i>Notación:</i><br/>                     Ref.: Referencia<br/>                     A: Área de la sección transversal<br/>                     Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'<br/>                     Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'<br/>                     Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'<br/>                     Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'<br/>                     It: Inercia a torsión<br/>                     Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p> |             |      |             |                         |                           |                           |                           |                           |                          |

#### 2.1.2.4. - Resumen de medición

| Resumen de medición |             |                |                   |            |           |              |                          |                         |                            |             |            |               |       |        |
|---------------------|-------------|----------------|-------------------|------------|-----------|--------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|------------|---------------|-------|--------|
| Material            |             | Serie          | Perfil            | Longitud   |           |              | Volumen                  |                         |                            | Peso        |            |               |       |        |
| Tipo                | Designación |                |                   | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m <sup>3</sup> ) | Serie (m <sup>3</sup> ) | Material (m <sup>3</sup> ) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |       |        |
| Acero laminado      | S275        | IPN            | IPN 100           | 14.760     | 14.760    | 14.760       | 0.016                    | 0.016                   | 0.016                      | 122.82      | 122.82     | 122.82        |       |        |
|                     |             |                |                   |            |           |              |                          |                         |                            |             |            |               |       |        |
| Acero conformado    | S275        | Conformados LD | LF-40x20x2        | 8.090      | 8.090     | 8.090        | 0.001                    | 0.001                   | 0.001                      | 7.17        | 7.17       | 7.17          |       |        |
|                     |             |                | OF-80x3.0         | 19.680     |           |              | 0.014                    |                         |                            | 111.27      |            |               |       |        |
|                     |             |                | Conformados Omega | ZF-100x2.0 |           |              | 10.230                   |                         |                            | 0.005       |            |               | 37.88 | 111.27 |
|                     |             |                | Conformados Z     | 10.230     |           |              | 0.005                    |                         |                            | 37.88       |            |               |       |        |
|                     |             |                |                   |            | 38.000    |              | 0.020                    |                         | 156.33                     |             | 156.33     |               |       |        |



## 2.2.- Cargas

### 2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N1/N2            | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N3/N4            | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N5/N6            | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N9/N10           | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N11/N12          | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N6            | Peso propio | Uniforme | 0.055   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N6            | Peso propio | Uniforme | 0.048   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N6            | Q 1         | Uniforme | 0.160   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N6            | V 1         | Uniforme | 0.195   | -  | -        | -      | Globales  | 0.502  | 0.000  | 0.865  |
| N2/N6            | V 2         | Uniforme | 0.112   | -  | -        | -      | Globales  | -0.502 | -0.000 | -0.865 |
| N2/N6            | N 1         | Uniforme | 0.359   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N6/N10           | Peso propio | Uniforme | 0.055   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N6/N10           | Peso propio | Uniforme | 0.048   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N6/N10           | Q 1         | Uniforme | 0.160   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N6/N10           | V 1         | Uniforme | 0.195   | -  | -        | -      | Globales  | 0.502  | 0.000  | 0.865  |



| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N6/N10           | V 2         | Uniforme | 0.112   | -  | -        | -      | Globales  | -0.502 | -0.000 | -0.865 |
| N6/N10           | N 1         | Uniforme | 0.359   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N8            | Peso propio | Uniforme | 0.055   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N8            | Peso propio | Uniforme | 0.048   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N8            | Q 1         | Uniforme | 0.160   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N8            | V 1         | Uniforme | 0.195   | -  | -        | -      | Globales  | 0.502  | 0.000  | 0.865  |
| N4/N8            | V 2         | Uniforme | 0.112   | -  | -        | -      | Globales  | -0.502 | -0.000 | -0.865 |
| N4/N8            | N 1         | Uniforme | 0.359   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N8/N12           | Peso propio | Uniforme | 0.055   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N8/N12           | Peso propio | Uniforme | 0.048   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N8/N12           | Q 1         | Uniforme | 0.160   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N8/N12           | V 1         | Uniforme | 0.195   | -  | -        | -      | Globales  | 0.502  | 0.000  | 0.865  |
| N8/N12           | V 2         | Uniforme | 0.112   | -  | -        | -      | Globales  | -0.502 | -0.000 | -0.865 |
| N8/N12           | N 1         | Uniforme | 0.359   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N13/N14          | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N15/N16          | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N17/N21          | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N18/N22          | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N19/N23          | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N20/N24          | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N21          | Peso propio | Uniforme | 0.055   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N21          | Peso propio | Uniforme | 0.047   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N21          | Q 1         | Uniforme | 0.158   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N21          | V 1         | Uniforme | 0.193   | -  | -        | -      | Globales  | 0.506  | -0.000 | 0.863  |
| N14/N21          | V 2         | Uniforme | 0.110   | -  | -        | -      | Globales  | -0.506 | 0.000  | -0.863 |
| N14/N21          | N 1         | Uniforme | 0.355   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N21/N22          | Peso propio | Uniforme | 0.055   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N21/N22          | Peso propio | Uniforme | 0.047   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N21/N22          | Q 1         | Uniforme | 0.158   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N21/N22          | V 1         | Uniforme | 0.193   | -  | -        | -      | Globales  | 0.506  | -0.000 | 0.863  |
| N21/N22          | V 2         | Uniforme | 0.110   | -  | -        | -      | Globales  | -0.506 | 0.000  | -0.863 |
| N21/N22          | N 1         | Uniforme | 0.355   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N16/N23          | Peso propio | Uniforme | 0.055   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N16/N23          | Peso propio | Uniforme | 0.047   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N16/N23          | Q 1         | Uniforme | 0.158   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N16/N23          | V 1         | Uniforme | 0.193   | -  | -        | -      | Globales  | 0.506  | -0.000 | 0.863  |
| N16/N23          | V 2         | Uniforme | 0.110   | -  | -        | -      | Globales  | -0.506 | 0.000  | -0.863 |
| N16/N23          | N 1         | Uniforme | 0.355   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N23/N24          | Peso propio | Uniforme | 0.055   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N23/N24          | Peso propio | Uniforme | 0.047   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N23/N24          | Q 1         | Uniforme | 0.158   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N23/N24          | V 1         | Uniforme | 0.193   | -  | -        | -      | Globales  | 0.506  | -0.000 | 0.863  |



| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |       |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|-------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |       |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y     | Z      |
| N23/N24          | V 2         | Uniforme | 0.110   | -  | -        | -      | Globales  | -0.506 | 0.000 | -0.863 |
| N23/N24          | N 1         | Uniforme | 0.355   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N3/N7            | Peso propio | Uniforme | 0.082   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N3/N7            | Peso propio | Uniforme | 0.150   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N7/N11           | Peso propio | Uniforme | 0.082   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N7/N11           | Peso propio | Uniforme | 0.150   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N25/N26          | Peso propio | Uniforme | 0.082   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N25/N26          | Peso propio | Uniforme | 0.150   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N26/N27          | Peso propio | Uniforme | 0.082   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N26/N27          | Peso propio | Uniforme | 0.150   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N28/N29          | Peso propio | Uniforme | 0.082   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N28/N29          | Peso propio | Uniforme | 0.150   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N29/N30          | Peso propio | Uniforme | 0.082   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N29/N30          | Peso propio | Uniforme | 0.150   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N3/N1            | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N1/N25           | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N25/N15          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N15/N28          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N28/N13          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N7/N5            | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N5/N26           | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N26/N19          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N19/N29          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N29/N17          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N11/N9           | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N9/N27           | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N27/N20          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N20/N30          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N30/N18          | Peso propio | Uniforme | 0.036   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N7/N8            | Peso propio | Uniforme | 0.009   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000 | -1.000 |

## 2.3.- Resultados

### 2.3.1.- Barras

#### 2.3.1.1.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)



Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100\%$ .

| Comprobación de resistencia |            |              |                   |         |         |           |           |           |        |        |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| Barra                       | $\eta$ (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos |         |         |           |           |           | Origen | Estado |
|                             |            |              | N (kN)            | Vy (kN) | Vz (kN) | Mt (kN·m) | My (kN·m) | Mz (kN·m) |        |        |
| N1/N2                       | 54.20      | 0.829        | -1.494            | 0.031   | 0.011   | 0.00      | 0.00      | -0.02     | GV     | Cumple |
| N3/N4                       | 60.59      | 0.000        | -1.590            | 0.263   | -0.091  | 0.00      | 0.05      | 0.07      | GV     | Cumple |
| N5/N6                       | 10.00      | 0.000        | -1.782            | 0.000   | -0.002  | 0.00      | 0.00      | 0.00      | GV     | Cumple |
| N9/N10                      | 60.85      | 0.829        | -1.509            | -0.032  | -0.016  | 0.00      | 0.00      | 0.02      | GV     | Cumple |
| N11/N12                     | 78.54      | 0.000        | -1.469            | -0.269  | 0.119   | 0.00      | 0.06      | 0.08      | GV     | Cumple |
| N2/N6                       | 35.22      | 1.435        | 0.000             | -0.008  | -0.099  | 0.00      | 0.94      | 0.29      | GV     | Cumple |
| N6/N10                      | 35.23      | 1.025        | 0.000             | 0.008   | 0.099   | 0.00      | 0.94      | 0.29      | GV     | Cumple |
| N4/N8                       | 35.20      | 1.640        | 0.000             | 0.051   | 0.041   | 0.00      | 0.95      | 0.29      | GV     | Cumple |
| N8/N12                      | 35.20      | 0.820        | 0.000             | -0.051  | -0.040  | 0.00      | 0.95      | 0.29      | GV     | Cumple |
| N13/N14                     | 62.44      | 0.829        | -1.494            | -0.032  | -0.020  | 0.00      | 0.00      | 0.02      | GV     | Cumple |
| N15/N16                     | 91.33      | 0.520        | -1.492            | -0.078  | -0.036  | 0.00      | 0.00      | 0.04      | GV     | Cumple |
| N17/N21                     | 12.03      | 0.000        | -1.713            | 0.000   | -0.012  | 0.00      | -0.01     | 0.00      | GV     | Cumple |
| N18/N22                     | 54.22      | 0.829        | -1.511            | 0.031   | 0.011   | 0.00      | 0.00      | -0.02     | GV     | Cumple |
| N19/N23                     | 10.37      | 0.000        | -1.710            | 0.000   | -0.013  | 0.00      | 0.00      | 0.00      | GV     | Cumple |
| N20/N24                     | 86.99      | 0.520        | -1.536            | 0.079   | 0.041   | 0.00      | 0.00      | -0.04     | GV     | Cumple |
| N14/N21                     | 35.80      | 1.640        | 0.000             | 0.042   | 0.047   | 0.00      | 0.96      | 0.29      | GV     | Cumple |
| N21/N22                     | 35.80      | 0.820        | 0.000             | -0.041  | -0.047  | 0.00      | 0.96      | 0.29      | GV     | Cumple |
| N16/N23                     | 35.50      | 1.640        | 0.000             | 0.044   | 0.044   | 0.00      | 0.96      | 0.29      | GV     | Cumple |
| N23/N24                     | 35.49      | 0.820        | 0.000             | -0.044  | -0.044  | 0.00      | 0.96      | 0.29      | GV     | Cumple |
| N3/N7                       | 34.39      | 2.460        | 0.000             | -0.028  | -1.058  | 0.00      | 3.47      | 0.02      | GV     | Cumple |
| N7/N11                      | 34.41      | 0.000        | 0.000             | 0.028   | 1.060   | 0.00      | 3.47      | 0.02      | GV     | Cumple |
| N25/N26                     | 34.32      | 2.460        | -0.508            | -0.043  | -0.995  | 0.00      | 3.38      | 0.04      | GV     | Cumple |
| N26/N27                     | 34.31      | 0.000        | 0.508             | 0.043   | 0.995   | 0.00      | 3.38      | 0.04      | GV     | Cumple |
| N28/N29                     | 35.62      | 2.460        | -0.520            | -0.048  | -1.044  | 0.00      | 3.50      | 0.04      | GV     | Cumple |
| N29/N30                     | 35.53      | 0.000        | 0.520             | 0.046   | 1.045   | 0.00      | 3.50      | 0.04      | GV     | Cumple |
| N3/N1                       | 10.84      | 0.000        | -2.471            | 0.206   | -0.110  | 0.00      | 0.05      | 0.08      | GV     | Cumple |
| N1/N25                      | 9.62       | 0.620        | 3.387             | -0.178  | 0.385   | 0.00      | -0.12     | 0.02      | GV     | Cumple |





| Comprobación de resistencia |            |              |                   |         |         |           |           |           |        |        |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| Barra                       | $\eta$ (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos |         |         |           |           |           | Origen | Estado |
|                             |            |              | N (kN)            | Vy (kN) | Vz (kN) | Mt (kN·m) | My (kN·m) | Mz (kN·m) |        |        |
| N25/N15                     | 5.44       | 0.000        | -0.584            | 0.135   | -0.220  | 0.00      | -0.12     | 0.09      | GV     | Cumple |
| N15/N28                     | 12.72      | 0.370        | 1.734             | -0.349  | 0.824   | 0.00      | -0.23     | 0.07      | GV     | Cumple |
| N28/N13                     | 12.08      | 0.000        | -5.361            | 0.328   | -0.530  | 0.00      | -0.23     | 0.15      | GV     | Cumple |
| N7/N5                       | 12.87      | 0.850        | -1.511            | 0.193   | -0.349  | 0.00      | 0.30      | -0.16     | GV     | Cumple |
| N5/N26                      | 19.75      | 0.620        | -1.518            | -0.658  | 1.249   | 0.00      | -0.46     | 0.24      | GV     | Cumple |
| N26/N19                     | 20.07      | 0.000        | -1.908            | 0.359   | -0.705  | 0.00      | -0.46     | 0.24      | GV     | Cumple |
| N19/N29                     | 16.09      | 0.370        | -5.779            | -0.760  | 1.477   | 0.00      | -0.26     | 0.13      | GV     | Cumple |
| N29/N17                     | 16.34      | 0.000        | -6.192            | 0.280   | -0.581  | 0.00      | -0.26     | 0.13      | GV     | Cumple |
| N11/N9                      | 21.12      | 0.000        | -2.090            | -0.048  | -0.237  | 0.00      | -0.06     | -0.09     | GV     | Cumple |
| N9/N27                      | 9.43       | 0.000        | 2.859             | -0.223  | 0.369   | 0.00      | 0.13      | -0.05     | GV     | Cumple |
| N27/N20                     | 6.91       | 0.000        | -0.524            | 0.051   | -0.188  | 0.00      | -0.10     | 0.02      | GV     | Cumple |
| N20/N30                     | 9.48       | 0.370        | 1.552             | -0.550  | 0.894   | 0.00      | -0.23     | 0.17      | GV     | Cumple |
| N30/N18                     | 16.60      | 0.000        | -5.616            | 0.188   | -0.489  | 0.00      | -0.23     | 0.09      | GV     | Cumple |
| N7/N8                       | 37.43      | 0.000        | -1.723            | 0.002   | -0.018  | 0.00      | -0.01     | 0.00      | GV     | Cumple |

**2.3.1.2.- Flechas**

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas |                                                        |             |                                                        |             |                                                        |             |                                                        |             |  |
|---------|--------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------|-------------|--|
| Grupo   | Flecha máxima absoluta xy<br>Flecha máxima relativa xy |             | Flecha máxima absoluta xz<br>Flecha máxima relativa xz |             | Flecha activa absoluta xy<br>Flecha activa relativa xy |             | Flecha activa absoluta xz<br>Flecha activa relativa xz |             |  |
|         | Pos. (m)                                               | Flecha (mm) | Pos. (m)                                               | Flecha (mm) | Pos. (m)                                               | Flecha (mm) | Pos. (m)                                               | Flecha (mm) |  |
| N1/N2   | 0.414                                                  | 1.42        | 0.621                                                  | 0.29        | 0.414                                                  | 1.30        | 0.621                                                  | 0.26        |  |
|         | 0.414                                                  | L/582.3     | 0.621                                                  | L/(>1000)   | 0.414                                                  | L/639.4     | 0.621                                                  | L/(>1000)   |  |
| N3/N4   | 0.260                                                  | 0.05        | 0.260                                                  | 0.18        | 0.260                                                  | 0.09        | 0.260                                                  | 0.16        |  |
|         | 0.260                                                  | L/(>1000)   | 0.260                                                  | L/(>1000)   | 0.260                                                  | L/(>1000)   | 0.260                                                  | L/(>1000)   |  |
| N5/N6   | 0.207                                                  | 0.05        | 0.414                                                  | 0.06        | 0.207                                                  | 0.06        | 0.414                                                  | 0.07        |  |
|         | 0.207                                                  | L/(>1000)   | 0.414                                                  | L/(>1000)   | 0.207                                                  | L/(>1000)   | 0.414                                                  | L/(>1000)   |  |
| N9/N10  | 0.414                                                  | 1.41        | 0.621                                                  | 0.28        | 0.414                                                  | 1.29        | 0.621                                                  | 0.25        |  |
|         | 0.414                                                  | L/587.7     | 0.621                                                  | L/(>1000)   | 0.414                                                  | L/643.0     | 0.621                                                  | L/(>1000)   |  |
| N11/N12 | 0.260                                                  | 0.05        | 0.260                                                  | 0.22        | 0.260                                                  | 0.09        | 0.260                                                  | 0.20        |  |
|         | 0.260                                                  | L/(>1000)   | 0.260                                                  | L/(>1000)   | 0.260                                                  | L/(>1000)   | 0.260                                                  | L/(>1000)   |  |
| N2/N10  | 2.460                                                  | 6.41        | 2.460                                                  | 15.87       | 2.460                                                  | 5.55        | 2.460                                                  | 13.74       |  |
|         | 2.460                                                  | L/767.2     | 2.460                                                  | L/310.0     | 2.460                                                  | L/886.2     | 2.460                                                  | L/358.0     |  |
| N4/N12  | 2.460                                                  | 6.42        | 2.460                                                  | 15.90       | 2.460                                                  | 5.56        | 2.460                                                  | 13.76       |  |
|         | 2.460                                                  | L/765.9     | 2.460                                                  | L/309.4     | 2.460                                                  | L/884.7     | 2.460                                                  | L/357.4     |  |
| N13/N14 | 0.414                                                  | 1.40        | 0.621                                                  | 0.25        | 0.414                                                  | 1.28        | 0.621                                                  | 0.22        |  |
|         | 0.414                                                  | L/589.9     | 0.621                                                  | L/(>1000)   | 0.414                                                  | L/645.4     | 0.621                                                  | L/(>1000)   |  |
| N15/N16 | 0.260                                                  | 0.89        | 0.260                                                  | 0.16        | 0.260                                                  | 0.81        | 0.260                                                  | 0.14        |  |
|         | 0.260                                                  | L/582.5     | 0.260                                                  | L/(>1000)   | 0.260                                                  | L/637.8     | 0.260                                                  | L/(>1000)   |  |



| Flechas |                           |             |                           |             |                           |             |                           |             |  |
|---------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|--|
| Grupo   | Flecha máxima absoluta xy |             | Flecha máxima absoluta xz |             | Flecha activa absoluta xy |             | Flecha activa absoluta xz |             |  |
|         | Flecha máxima relativa xy |             | Flecha máxima relativa xz |             | Flecha activa relativa xy |             | Flecha activa relativa xz |             |  |
|         | Pos. (m)                  | Flecha (mm) | Pos. (m)                  | Flecha (mm) | Pos. (m)                  | Flecha (mm) | Pos. (m)                  | Flecha (mm) |  |
| N17/N21 | 0.207                     | 0.09        | 0.414                     | 0.09        | 0.207                     | 0.11        | 0.414                     | 0.11        |  |
|         | 0.207                     | L/>1000)    | 0.414                     | L/>1000)    | 0.207                     | L/>1000)    | 0.414                     | L/>1000)    |  |
| N18/N22 | 0.414                     | 1.49        | 0.621                     | 0.31        | 0.414                     | 1.38        | 0.621                     | 0.29        |  |
|         | 0.414                     | L/554.7     | 0.621                     | L/>1000)    | 0.414                     | L/601.7     | 0.621                     | L/>1000)    |  |
| N19/N23 | 0.260                     | 0.02        | 0.260                     | 0.03        | 0.260                     | 0.03        | 0.260                     | 0.03        |  |
|         | 0.260                     | L/>1000)    | 0.260                     | L/>1000)    | 0.260                     | L/>1000)    | 0.260                     | L/>1000)    |  |
| N20/N24 | 0.260                     | 0.89        | 0.260                     | 0.15        | 0.260                     | 0.81        | 0.260                     | 0.14        |  |
|         | 0.260                     | L/586.0     | 0.260                     | L/>1000)    | 0.260                     | L/640.6     | 0.260                     | L/>1000)    |  |
| N14/N22 | 2.460                     | 6.57        | 2.460                     | 16.26       | 2.460                     | 5.74        | 2.460                     | 14.22       |  |
|         | 2.460                     | L/748.7     | 2.460                     | L/302.5     | 2.460                     | L/856.4     | 2.460                     | L/346.0     |  |
| N16/N24 | 2.460                     | 6.50        | 2.460                     | 16.09       | 2.460                     | 5.65        | 2.460                     | 13.98       |  |
|         | 2.460                     | L/756.6     | 2.460                     | L/305.7     | 2.460                     | L/870.9     | 2.460                     | L/351.9     |  |
| N3/N11  | 0.820                     | 0.34        | 2.460                     | 17.14       | 0.820                     | 0.29        | 2.460                     | 14.83       |  |
|         | 0.820                     | L/>1000)    | 2.460                     | L/287.0     | 0.820                     | L/>1000)    | 2.460                     | L/331.7     |  |
| N25/N26 | 0.820                     | 0.49        | 1.435                     | 3.33        | 0.820                     | 0.42        | 1.435                     | 2.76        |  |
|         | 0.820                     | L/>1000)    | 1.435                     | L/738.0     | 0.820                     | L/>1000)    | 1.435                     | L/891.9     |  |
| N26/N27 | 1.640                     | 0.50        | 1.025                     | 3.33        | 1.640                     | 0.42        | 1.025                     | 2.76        |  |
|         | 1.640                     | L/>1000)    | 1.025                     | L/738.0     | 1.640                     | L/>1000)    | 1.025                     | L/892.0     |  |
| N28/N29 | 0.820                     | 0.55        | 1.435                     | 3.44        | 0.820                     | 0.47        | 1.435                     | 2.89        |  |
|         | 0.820                     | L/>1000)    | 1.435                     | L/714.9     | 0.820                     | L/>1000)    | 1.435                     | L/850.9     |  |
| N29/N30 | 1.640                     | 0.55        | 1.025                     | 3.44        | 1.640                     | 0.47        | 1.025                     | 2.89        |  |
|         | 1.640                     | L/>1000)    | 1.025                     | L/714.9     | 1.640                     | L/>1000)    | 1.025                     | L/850.9     |  |
| N3/N13  | 0.425                     | 0.10        | 0.425                     | 0.14        | 0.425                     | 0.08        | 0.425                     | 0.12        |  |
|         | 0.425                     | L/>1000)    | 0.425                     | L/>1000)    | 0.425                     | L/>1000)    | 0.425                     | L/>1000)    |  |
| N7/N17  | 2.203                     | 0.01        | 1.653                     | 0.54        | 2.387                     | 0.01        | 1.653                     | 0.68        |  |
|         | 2.203                     | L/>1000)    | 1.653                     | L/>1000)    | 2.203                     | L/>1000)    | 1.653                     | L/>1000)    |  |
| N11/N18 | 0.425                     | 0.10        | 2.940                     | 0.13        | 0.425                     | 0.08        | 2.940                     | 0.12        |  |
|         | 0.425                     | L/>1000)    | 0.850                     | L/>1000)    | 0.425                     | L/>1000)    | 0.850                     | L/>1000)    |  |
| N7/N8   | 0.260                     | 0.00        | 0.260                     | 0.03        | 0.260                     | 0.00        | 0.260                     | 0.04        |  |
|         | 0.260                     | L/>1000)    | 0.260                     | L/>1000)    | 0.260                     | L/>1000)    | 0.260                     | L/>1000)    |  |

### 2.3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

| Barras  | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)              |                                 |                       |                   |                    |                        |                        |                       |                       |                       |                        |                     | Estado              |                           |
|---------|-------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
|         | b / t                                     | $\bar{\lambda}$                 | $N_t$                 | $N_c$             | $M_u$              | $M_v$                  | $M_u M_v$              | $V_u$                 | $V_v$                 | $N_t M_u M_v$         | $N_c M_u M_v$          | $N M_u M_v V_u V_v$ |                     | $M_u N M_u M_v V_u V_v$   |
| N1/N2   | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.829 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η = 6.1 | x: 0 m<br>η = 6.8  | x: 0.829 m<br>η = 50.1 | x: 0.829 m<br>η = 54.2 | x: 0 m<br>η = 0.6     | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0.829 m<br>η = 4.0 | x: 0.829 m<br>η = 48.0 | η < 0.1             | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 54.2 |
| N3/N4   | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.52 m<br>η = 0.7  | x: 0 m<br>η = 6.5 | x: 0 m<br>η = 31.9 | x: 0.52 m<br>η = 35.1  | x: 0 m<br>η = 60.6     | x: 0 m<br>η = 4.0     | x: 0.52 m<br>η = 1.4  | x: 0 m<br>η = 18.8    | x: 0 m<br>η = 59.7     | η < 0.1             | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 60.6 |
| N5/N6   | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.829 m<br>η = 2.0 | x: 0 m<br>η = 7.2 | x: 0 m<br>η = 1.8  | x: 0 m<br>η = 2.4      | x: 0 m<br>η = 4.3      | x: 0.829 m<br>η < 0.1 | x: 0.829 m<br>η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 3.0     | x: 0 m<br>η = 10.0     | η < 0.1             | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 10.0 |
| N9/N10  | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.829 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η = 6.2 | x: 0 m<br>η = 5.2  | x: 0.829 m<br>η = 50.7 | x: 0.829 m<br>η = 53.8 | x: 0.829 m<br>η = 0.6 | x: 0.829 m<br>η = 0.1 | x: 0.829 m<br>η = 4.1 | x: 0.829 m<br>η = 60.9 | η < 0.1             | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 60.9 |
| N11/N12 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.52 m<br>η = 0.7  | x: 0 m<br>η = 6.0 | x: 0 m<br>η = 50.9 | x: 0.52 m<br>η = 35.2  | x: 0 m<br>η = 78.5     | x: 0.52 m<br>η = 4.0  | x: 0 m<br>η = 1.6     | x: 0 m<br>η = 19.0    | x: 0 m<br>η = 48.8     | η < 0.1             | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 78.5 |
| N13/N14 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.829 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η = 6.1 | x: 0 m<br>η = 8.5  | x: 0.829 m<br>η = 52.3 | x: 0.829 m<br>η = 55.5 | x: 0 m<br>η = 0.7     | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0.829 m<br>η = 4.3 | x: 0.829 m<br>η = 62.4 | η < 0.1             | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 62.4 |
| N15/N16 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.52 m<br>η = 0.6  | x: 0 m<br>η = 6.1 | x: 0 m<br>η = 9.0  | x: 0.52 m<br>η = 80.0  | x: 0.52 m<br>η = 84.9  | x: 0 m<br>η = 1.5     | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0.52 m<br>η = 6.0  | x: 0.52 m<br>η = 91.3  | η < 0.1             | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 91.3 |
| N17/N21 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.829 m<br>η = 1.9 | x: 0 m<br>η = 7.0 | x: 0 m<br>η = 3.4  | x: 0 m<br>η = 4.5      | x: 0 m<br>η = 7.9      | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0 m<br>η = 3.6     | x: 0 m<br>η = 12.0     | η < 0.1             | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 12.0 |



| Barras  | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)              |                                 |                       |                    |                       |                        |                               |                       |                      |                                              |                                              |                                                              |                                                                             | Estado             |
|---------|-------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|         | b / t                                     | $\bar{\lambda}$                 | N <sub>t</sub>        | N <sub>c</sub>     | M <sub>u</sub>        | M <sub>v</sub>         | M <sub>u</sub> M <sub>v</sub> | V <sub>u</sub>        | V <sub>v</sub>       | N <sub>t</sub> M <sub>u</sub> M <sub>v</sub> | N <sub>c</sub> M <sub>u</sub> M <sub>v</sub> | NM <sub>u</sub> M <sub>v</sub> V <sub>u</sub> V <sub>v</sub> | M <sub>u</sub> NM <sub>u</sub> M <sub>v</sub> V <sub>u</sub> V <sub>v</sub> |                    |
| N18/N22 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.829 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η = 6.2  | x: 0 m<br>η = 4.5     | x: 0.829 m<br>η = 50.1 | x: 0.829 m<br>η = 54.2        | x: 0.829 m<br>η = 0.6 | x: 0 m<br>η < 0.1    | x: 0.829 m<br>η = 4.1                        | x: 0.829 m<br>η = 48.0                       | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 54.2 |
| N19/N23 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.52 m<br>η = 1.9  | x: 0 m<br>η = 6.9  | x: 0 m<br>η = 2.3     | x: 0 m<br>η = 3.0      | x: 0 m<br>η = 5.3             | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0 m<br>η = 0.1    | x: 0 m<br>η = 3.2                            | x: 0 m<br>η = 10.4                           | x: 0 m<br>η < 0.1                                            | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 10.4 |
| N20/N24 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.52 m<br>η = 0.7  | x: 0 m<br>η = 6.3  | x: 0 m<br>η = 12.6    | x: 0.52 m<br>η = 80.4  | x: 0.52 m<br>η = 87.0         | x: 0.52 m<br>η = 1.5  | x: 0.52 m<br>η = 0.2 | x: 0.52 m<br>η = 6.5                         | x: 0.52 m<br>η = 79.5                        | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 87.0 |
| N3/N1   | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.85 m<br>η = 0.2  | x: 0 m<br>η = 2.1  | x: 0.85 m<br>η = 4.0  | x: 0 m<br>η = 9.4      | x: 0 m<br>η = 9.6             | x: 0.85 m<br>η = 0.3  | x: 0 m<br>η = 0.6    | x: 0.85 m<br>η = 0.8                         | x: 0 m<br>η = 10.8                           | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 10.8 |
| N1/N25  | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.62 m<br>η = 2.7  | x: 0 m<br>η = 0.3  | x: 0 m<br>η = 3.7     | x: 0.62 m<br>η = 4.6   | x: 0.62 m<br>η = 7.4          | x: 0.62 m<br>η = 0.2  | x: 0.62 m<br>η = 1.2 | x: 0.62 m<br>η = 9.6                         | x: 0 m<br>η = 0.9                            | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 9.6  |
| N25/N15 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 1.1 m<br>η < 0.1   | x: 0 m<br>η = 0.5  | x: 0 m<br>η = 3.9     | x: 0.367 m<br>η = 1.3  | x: 0 m<br>η = 5.0             | x: 1.1 m<br>η = 0.1   | x: 0 m<br>η = 0.7    | x: 1.1 m<br>η = 0.6                          | x: 0 m<br>η = 5.4                            | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 5.4  |
| N15/N28 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.37 m<br>η = 1.4  | x: 0 m<br>η = 0.1  | x: 0.37 m<br>η = 6.0  | x: 0.37 m<br>η = 6.1   | x: 0.37 m<br>η = 12.1         | x: 0.37 m<br>η = 0.4  | x: 0.37 m<br>η = 2.5 | x: 0.37 m<br>η = 12.7                        | x: 0.37 m<br>η = 1.1                         | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 12.7 |
| N28/N13 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.47 m<br>η = 0.5  | x: 0 m<br>η = 4.7  | x: 0 m<br>η = 7.1     | x: 0.47 m<br>η = 1.0   | x: 0 m<br>η = 7.4             | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0 m<br>η = 1.8    | x: 0 m<br>η = 1.5                            | x: 0 m<br>η = 12.1                           | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 12.1 |
| N7/N5   | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.85 m<br>η = 0.1  | x: 0 m<br>η = 1.3  | x: 0.85 m<br>η = 9.0  | x: 0.85 m<br>η = 3.1   | x: 0.85 m<br>η = 12.1         | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0 m<br>η = 1.2    | x: 0.85 m<br>η = 3.9                         | x: 0.85 m<br>η = 12.9                        | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 12.9 |
| N5/N26  | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.62 m<br>η = 0.3  | x: 0 m<br>η = 1.3  | x: 0.62 m<br>η = 13.5 | x: 0.62 m<br>η = 5.0   | x: 0.62 m<br>η = 18.4         | x: 0.62 m<br>η = 0.4  | x: 0.62 m<br>η = 4.0 | x: 0.62 m<br>η = 6.2                         | x: 0.62 m<br>η = 19.8                        | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 19.8 |
| N26/N19 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 1.1 m<br>η = 0.4   | x: 0 m<br>η = 1.7  | x: 0 m<br>η = 13.5    | x: 0 m<br>η = 4.9      | x: 0 m<br>η = 18.4            | x: 0 m<br>η = 0.2     | x: 0 m<br>η = 2.2    | x: 0 m<br>η = 6.2                            | x: 0 m<br>η = 20.1                           | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 20.1 |
| N19/N29 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.37 m<br>η = 1.5  | x: 0 m<br>η = 5.0  | x: 0 m<br>η = 8.4     | x: 0.37 m<br>η = 3.5   | x: 0 m<br>η = 11.4            | x: 0.37 m<br>η = 0.5  | x: 0.37 m<br>η = 4.7 | x: 0 m<br>η = 5.2                            | x: 0.37 m<br>η = 16.1                        | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 16.1 |
| N29/N17 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.47 m<br>η = 1.6  | x: 0 m<br>η = 5.4  | x: 0 m<br>η = 7.6     | x: 0 m<br>η = 3.4      | x: 0 m<br>η = 10.9            | x: 0 m<br>η = 0.2     | x: 0 m<br>η = 1.8    | x: 0 m<br>η = 4.9                            | x: 0 m<br>η = 16.3                           | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 16.3 |
| N11/N9  | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.85 m<br>η = 0.2  | x: 0 m<br>η = 2.2  | x: 0.85 m<br>η = 3.3  | x: 0 m<br>η = 10.2     | x: 0 m<br>η = 10.3            | x: 0 m<br>η = 0.4     | x: 0 m<br>η = 0.5    | x: 0 m<br>η = 1.5                            | x: 0 m<br>η = 21.1                           | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 21.1 |
| N9/N27  | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.62 m<br>η = 2.3  | x: 0 m<br>η = 0.3  | x: 0 m<br>η = 3.6     | x: 0 m<br>η = 3.5      | x: 0 m<br>η = 7.1             | x: 0.62 m<br>η = 0.1  | x: 0.62 m<br>η = 1.3 | x: 0 m<br>η = 9.4                            | x: 0 m<br>η = 1.0                            | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 9.4  |
| N27/N20 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 1.1 m<br>η < 0.1   | x: 0 m<br>η = 0.5  | x: 0 m<br>η = 2.6     | x: 0 m<br>η = 3.9      | x: 0 m<br>η = 6.4             | x: 0 m<br>η = 0.2     | x: 0 m<br>η = 0.5    | x: 1.1 m<br>η = 0.5                          | x: 0 m<br>η = 6.9                            | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 6.9  |
| N20/N30 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.37 m<br>η = 1.3  | x: 0 m<br>η = 0.1  | x: 0.37 m<br>η = 7.5  | x: 0 m<br>η = 2.2      | x: 0.37 m<br>η = 8.5          | x: 0.37 m<br>η = 0.1  | x: 0.37 m<br>η = 3.0 | x: 0.37 m<br>η = 9.5                         | x: 0.37 m<br>η = 1.1                         | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 9.5  |
| N30/N18 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.47 m<br>η = 0.6  | x: 0 m<br>η = 4.9  | x: 0 m<br>η = 6.4     | x: 0 m<br>η = 5.3      | x: 0 m<br>η = 11.7            | x: 0 m<br>η = 0.3     | x: 0 m<br>η = 1.5    | x: 0 m<br>η = 1.6                            | x: 0 m<br>η = 16.6                           | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 16.6 |
| N7/N8   | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | x: 0.52 m<br>η = 2.0  | x: 0 m<br>η = 17.9 | x: 0 m<br>η = 3.6     | x: 0 m<br>η = 2.4      | x: 0 m<br>η = 6.1             | x: 0 m<br>η = 0.1     | x: 0 m<br>η = 0.2    | x: 0 m<br>η = 3.8                            | x: 0 m<br>η = 37.4                           | η < 0.1                                                      | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 37.4 |

| Barras  | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)              |                     |                     |                     |                       |                        |                               |                      |                      |                                              |                                              |                                                              |                                                                             | Estado             |
|---------|-------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|         | b / t                                     | $\bar{\lambda}$     | N <sub>t</sub>      | N <sub>c</sub>      | M <sub>v</sub>        | M <sub>z</sub>         | M <sub>v</sub> M <sub>z</sub> | V <sub>v</sub>       | V <sub>z</sub>       | N <sub>t</sub> M <sub>v</sub> M <sub>z</sub> | N <sub>c</sub> M <sub>v</sub> M <sub>z</sub> | NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> V <sub>v</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>t</sub> NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> V <sub>v</sub> V <sub>z</sub> |                    |
| N2/N6   | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.64 m<br>η = 23.7 | x: 1.435 m<br>η = 11.6 | x: 1.435 m<br>η = 35.2        | x: 0 m<br>η = 1.0    | x: 0 m<br>η = 1.8    | N.P. <sup>(5)</sup>                          | N.P. <sup>(6)</sup>                          | N.P. <sup>(7)</sup>                                          | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 35.2 |
| N6/N10  | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.82 m<br>η = 23.7 | x: 1.025 m<br>η = 11.6 | x: 1.025 m<br>η = 35.2        | x: 2.46 m<br>η = 1.0 | x: 2.46 m<br>η = 1.8 | N.P. <sup>(5)</sup>                          | N.P. <sup>(6)</sup>                          | N.P. <sup>(7)</sup>                                          | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 35.2 |
| N4/N8   | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.64 m<br>η = 23.7 | x: 1.435 m<br>η = 11.7 | x: 1.64 m<br>η = 35.2         | x: 0 m<br>η = 1.0    | x: 0 m<br>η = 1.9    | N.P. <sup>(5)</sup>                          | N.P. <sup>(6)</sup>                          | N.P. <sup>(7)</sup>                                          | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 35.2 |
| N8/N12  | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.82 m<br>η = 23.7 | x: 1.025 m<br>η = 11.7 | x: 0.82 m<br>η = 35.2         | x: 2.46 m<br>η = 1.0 | x: 2.46 m<br>η = 1.9 | N.P. <sup>(5)</sup>                          | N.P. <sup>(6)</sup>                          | N.P. <sup>(7)</sup>                                          | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 35.2 |
| N14/N21 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.64 m<br>η = 24.1 | x: 1.435 m<br>η = 11.8 | x: 1.64 m<br>η = 35.8         | x: 0 m<br>η = 1.0    | x: 0 m<br>η = 1.8    | N.P. <sup>(5)</sup>                          | N.P. <sup>(6)</sup>                          | N.P. <sup>(7)</sup>                                          | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 35.8 |
| N21/N22 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.82 m<br>η = 24.1 | x: 1.025 m<br>η = 11.8 | x: 0.82 m<br>η = 35.8         | x: 2.46 m<br>η = 1.0 | x: 2.46 m<br>η = 1.8 | N.P. <sup>(5)</sup>                          | N.P. <sup>(6)</sup>                          | N.P. <sup>(7)</sup>                                          | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 35.8 |
| N16/N23 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.64 m<br>η = 23.9 | x: 1.435 m<br>η = 11.7 | x: 1.64 m<br>η = 35.5         | x: 0 m<br>η = 1.0    | x: 0 m<br>η = 1.9    | N.P. <sup>(5)</sup>                          | N.P. <sup>(6)</sup>                          | N.P. <sup>(7)</sup>                                          | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 35.5 |
| N23/N24 | b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub><br>Cumple | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.82 m<br>η = 23.9 | x: 1.025 m<br>η = 11.7 | x: 0.82 m<br>η = 35.5         | x: 2.46 m<br>η = 1.0 | x: 2.46 m<br>η = 1.9 | N.P. <sup>(5)</sup>                          | N.P. <sup>(6)</sup>                          | N.P. <sup>(7)</sup>                                          | N.P. <sup>(1)</sup>                                                         | CUMPLE<br>η = 35.5 |



| Barras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) |                 |       |       |       |       |          |       |       |             |             |                 |                    | Estado |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------------|-------------|-----------------|--------------------|--------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | b / t                        | $\bar{\lambda}$ | $N_t$ | $N_c$ | $M_y$ | $M_z$ | $M_yM_z$ | $V_y$ | $V_z$ | $N_tM_yM_z$ | $N_cM_yM_z$ | $NM_yM_zV_yV_z$ | $M_tNM_yM_zV_yV_z$ |        |
| <p><b>Notación:</b><br/> <i>b / t</i>: Relación anchura / espesor<br/> <i><math>\bar{\lambda}</math></i>: Limitación de esbeltez<br/> <i><math>N_t</math></i>: Resistencia a tracción<br/> <i><math>N_c</math></i>: Resistencia a compresión<br/> <i><math>M_y</math></i>: Resistencia a flexión. Eje Y<br/> <i><math>M_z</math></i>: Resistencia a flexión. Eje Z<br/> <i><math>M_yM_z</math></i>: Resistencia a flexión biaxial<br/> <i><math>V_y</math></i>: Resistencia a corte Y<br/> <i><math>V_z</math></i>: Resistencia a corte Z<br/> <i><math>N_tM_yM_z</math></i>: Resistencia a tracción y flexión<br/> <i><math>N_cM_yM_z</math></i>: Resistencia a compresión y flexión<br/> <i><math>NM_yM_zV_yV_z</math></i>: Resistencia a cortante, axil y flexión<br/> <i><math>M_tNM_yM_zV_yV_z</math></i>: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante<br/> <i>x</i>: Distancia al origen de la barra<br/> <i><math>\eta</math></i>: Coeficiente de aprovechamiento (%)<br/> <i>N.P.</i>: No procede<br/> <i><math>M_y</math></i>: Resistencia a flexión. Eje Y<br/> <i><math>M_z</math></i>: Resistencia a flexión. Eje Z<br/> <i><math>M_yM_z</math></i>: Resistencia a flexión biaxial<br/> <i><math>V_y</math></i>: Resistencia a corte Y<br/> <i><math>V_z</math></i>: Resistencia a corte Z<br/> <i><math>N_tM_yM_z</math></i>: Resistencia a tracción y flexión<br/> <i><math>N_cM_yM_z</math></i>: Resistencia a compresión y flexión<br/> <i><math>NM_yM_zV_yV_z</math></i>: Resistencia a cortante, axil y flexión<br/> <i><math>M_tNM_yM_zV_yV_z</math></i>: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</p> |                              |                 |       |       |       |       |          |       |       |             |             |                 |                    |        |
| <p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b><br/> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.<br/> <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.<br/> <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.<br/> <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.<br/> <sup>(5)</sup> No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.<br/> <sup>(6)</sup> No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.<br/> <sup>(7)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                              |                 |       |       |       |       |          |       |       |             |             |                 |                    |        |

| Barras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)    |                                                    |                                        |                                        |                            |                           |                           |              |              |                        |                            |                        |                                        | Estado              |                     |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|--------------|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $\bar{\lambda}$                 | $\lambda_w$                                        | $N_t$                                  | $N_c$                                  | $M_y$                      | $M_z$                     | $V_z$                     | $V_y$        | $M_yV_z$     | $M_zV_y$               | $NM_yM_z$                  | $NM_yM_zV_yV_z$        | $M_t$                                  |                     | $M_tV_z$            | $M_tV_y$                       |
| N3/N7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | N.P. <sup>(1)</sup>             | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple | $N_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $N_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(3)</sup> | x: 2.46 m<br>$\eta = 33,3$ | x: 0 m<br>$\eta = 2,2$    | x: 0 m<br>$\eta = 2,7$    | $\eta < 0,1$ | $\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta < 0,1$ | x: 2.46 m<br>$\eta = 34,4$ | x: 0 m<br>$\eta < 0,1$ | $M_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 34,4$ |
| N7/N11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | N.P. <sup>(1)</sup>             | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple | $N_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $N_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(3)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 33,3$    | x: 2.46 m<br>$\eta = 2,2$ | x: 2.46 m<br>$\eta = 2,7$ | $\eta < 0,1$ | $\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta = 34,4$    | x: 0 m<br>$\eta < 0,1$ | $M_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 34,4$ |
| N25/N26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\bar{\lambda} < 2,0$<br>Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple | $\eta = 0,1$                           | $\eta = 0,2$                           | x: 2.46 m<br>$\eta = 32,4$ | x: 0 m<br>$\eta = 3,3$    | x: 0 m<br>$\eta = 2,6$    | $\eta < 0,1$ | $\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta < 0,1$ | x: 2.46 m<br>$\eta = 34,3$ | $\eta < 0,1$           | $M_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 34,3$ |
| N26/N27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\bar{\lambda} < 2,0$<br>Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple | $\eta = 0,2$                           | $\eta = 0,1$                           | x: 0 m<br>$\eta = 32,4$    | x: 2.46 m<br>$\eta = 3,3$ | x: 2.46 m<br>$\eta = 2,6$ | $\eta < 0,1$ | $\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta = 34,3$    | $\eta < 0,1$           | $M_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 34,3$ |
| N28/N29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\bar{\lambda} < 2,0$<br>Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple | $\eta = 0,1$                           | $\eta = 0,2$                           | x: 2.46 m<br>$\eta = 33,6$ | x: 0 m<br>$\eta = 3,6$    | x: 0 m<br>$\eta = 2,7$    | $\eta < 0,1$ | $\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta < 0,1$ | x: 2.46 m<br>$\eta = 35,6$ | $\eta < 0,1$           | $M_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 35,6$ |
| N29/N30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\bar{\lambda} < 2,0$<br>Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple | $\eta = 0,2$                           | $\eta = 0,1$                           | x: 0 m<br>$\eta = 33,6$    | x: 2.46 m<br>$\eta = 3,6$ | x: 2.46 m<br>$\eta = 2,7$ | $\eta < 0,1$ | $\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta < 0,1$ | x: 0 m<br>$\eta = 35,5$    | $\eta < 0,1$           | $M_{Ed} = 0,00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 35,5$ |
| <p><b>Notación:</b><br/> <i><math>\bar{\lambda}</math></i>: Limitación de esbeltez<br/> <i><math>\lambda_w</math></i>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida<br/> <i><math>N_t</math></i>: Resistencia a tracción<br/> <i><math>N_c</math></i>: Resistencia a compresión<br/> <i><math>M_y</math></i>: Resistencia a flexión eje Y<br/> <i><math>M_z</math></i>: Resistencia a flexión eje Z<br/> <i><math>V_z</math></i>: Resistencia a corte Z<br/> <i><math>V_y</math></i>: Resistencia a corte Y<br/> <i><math>M_yV_z</math></i>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados<br/> <i><math>M_zV_y</math></i>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados<br/> <i><math>NM_yM_z</math></i>: Resistencia a flexión y axil combinados<br/> <i><math>NM_yM_zV_yV_z</math></i>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados<br/> <i><math>M_t</math></i>: Resistencia a torsión<br/> <i><math>M_tV_z</math></i>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados<br/> <i><math>M_tV_y</math></i>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados<br/> <i>x</i>: Distancia al origen de la barra<br/> <i><math>\eta</math></i>: Coeficiente de aprovechamiento (%)<br/> <i>N.P.</i>: No procede</p> |                                 |                                                    |                                        |                                        |                            |                           |                           |              |              |                        |                            |                        |                                        |                     |                     |                                |
| <p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b><br/> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.<br/> <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.<br/> <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.<br/> <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.<br/> <sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                                                    |                                        |                                        |                            |                           |                           |              |              |                        |                            |                        |                                        |                     |                     |                                |



## **1.2.2 JUSTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES**

### **1.2.2.1 OBJETO Y APLICACIÓN:**

En el presente capítulo se pretende estudiar el grado de influencia del Reglamento de Seguridad Contra incendios en los Edificios Industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de Diciembre) sobre la instalación de un generador fotovoltaico.

### **1.2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Las obras a realizar en la parcela, a efectos de instalación del generador fotovoltaico, se limitan a las de instalación de la estructura portante, ejecución de la instalación eléctrica y tendido de la red de distribución en Baja Tensión

### **1.2.2.3 APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIALES**

De acuerdo con lo reflejado en el Reglamento, *"Este reglamento se aplicará, con carácter complementario, a las medidas de protección contra incendios establecidas en las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales, sectoriales o específicas, en los aspectos no previstos en ellas, las cuales serán de completa aplicación en su campo"*. En el caso que nos ocupa, dado que la instalación contra incendios del Centro de Transformación está regulada por el *"Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias"* y dadas las características especiales del riesgo eléctrico, aplicaremos este Reglamento con exclusividad.

### **1.2.2.4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

Se considera necesaria la existencia de un extintor de incendios portátil en situación próxima a los inversores, de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC, con un valor mínimo de 5 Kg. de dióxido de carbono y 6 kg. de polvo seco BC o ABC. Sus características y especificaciones se ajustarán al



Reglamento de aparatos a presión y a su Instrucción técnica complementaria MIE-AP5. Además deben verificar la norma UNE 23110.

El emplazamiento del extintor portátil de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo. Estará situado en el interior de la nave.



### **1.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y ESTUDIO DE AFECCIONES MEDIOAMBIENTALES**

#### **1.2.3.1 GENERALIDADES**

En aplicación de la Ley 11/2003, de 8 de abril, de prevención ambiental de Castilla y León, modificada por la Ley 1/2009 de 26 de febrero, las actividades e instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la ley, de acuerdo con su grado de incidencia sobre el medio ambiente, la seguridad y la salud, deben de someterse, según lo dispuesto en dicha ley, a:

- Régimen de autorización ambiental ó
- Régimen de licencia ambiental ó
- Régimen de comunicación ambiental.

Por su parte, las actividades, instalaciones o proyectos enumerados en los Anexos III y IV, deben de someterse, además, al procedimiento de Evaluación de impacto ambiental, en los términos establecidos en dicha ley.

En nuestro caso la actividad a desarrollar se desarrolla en el ámbito de la actividad industrial de producción de energía eléctrica, dado que se trata de la instalación de una serie de elementos que, en determinadas circunstancias son capaces de transformar la energía solar (luminosa) en energía eléctrica. A efectos reglamentarios, aun cuando dicha actividad no aparece como tal en el Anejo 1 de la ley 16/2002 de prevención y control integrados de la contaminación, ni esta específicamente incluida en ninguno de los anexos de la Ley 11/2003, de 8 de abril, de prevención ambiental de Castilla y León, la actividad en cuestión debe de someterse a Régimen de Licencia Ambiental en base a la Normativa urbanística del Ayuntamiento de Soria.

#### **1.2.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

Básicamente la instalación objeto del presente proyecto es una instalación donde se lleva a cabo la conversión directa de energía solar en electricidad a través de células fotovoltaicas. El funcionamiento se basa en utilizar la energía solar para conseguir energía eléctrica. Cuando la radiación solar incide sobre los paneles solares, la energía solar se convierte en energía



eléctrica debido al efecto fotoeléctrico, o fotovoltaico. Este proceso no precisa de ningún suministro exterior (combustible) ni otro tipo de recursos.

Los paneles en los que se realiza la transformación de la energía están constituidos por unas células solares fotovoltaicas formadas por material semiconductor (fundamentalmente silicio dopado con pequeñas cantidades de fósforo y Boro). Cuando incide sobre la célula la radiación solar, aparece en ella una tensión análoga a la que se produce entre dos bornas de una pila. Mediante la colocación de contactos metalizados en cada una de las caras, puede "extraerse» energía eléctrica.

Un panel está constituido por varias células iguales conectadas eléctricamente entre sí en serie y paralelo, de forma que la tensión y la corriente suministrada por el panel se incrementa hasta ajustarse al valor deseado. La corriente que suministra este sistema es continua, por lo que se precisa de un inversor/conversor que transforme la corriente continua en corriente alterna para poder usarla. Debido a que hablamos de una instalación conectada a la red se necesitarán módulos adicionales para su correcto funcionamiento. Además se precisa una aparatamenta eléctrica de protección y medida así como un contador de producción de la energía generada por el grupo solar que servirá de base para la facturación a la compañía distribuidora.

En resumen los equipos básicos que se requieren en una instalación fotovoltaica son paneles fotovoltaicos, conectores, estructuras soporte, inversores y cableado de conexión.

### 1.2.3.3 VENTAJAS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

#### - *Medioambiental*

- La energía solar es la de menor impacto ambiental, pudiendo considerarse la más ecológica.
- No emite agentes contaminantes y, con su funcionamiento, reduce la emisión de otros sistemas convencionales de generación de energía eléctrica.
- Contribuye a conseguir unos desarrollos sostenibles.





- Ayuda a cumplir compromisos internacionales referentes a la participación de las energías renovables en la producción total.

#### **- Energético**

- Inyecta toda la energía producida en la red, garantizándose su utilización al 100%.
- Utiliza un recurso inagotable, el sol, independiente de variables económicas o políticas.
- Es una solución innovadora que aprovecha recursos energéticos locales.
- Produce energía sin consumo de materias primas, razón por la que, a veces, se la denomina "energía gratuita".

#### **1.2.3.4 EQUIPAMIENTO**

Dado el carácter extremadamente simple del generador fotovoltaico, tal y como se proyecta instalar, el único equipamiento será el constituido por los paneles fotovoltaicos y los inversores, conjunto mediante el cual la energía lumínica solar es transformada en corriente alterna susceptible de ser utilizada en procesos industriales habituales.

En conjunto el generador fotovoltaico estará constituido por 150 paneles con una potencia de 160 Wp y una potencia total instalada de 24.000 Wp, agrupados en 5 series de 15 paneles conectados a cada uno de los 2 inversores a instalar. La energía producido se medirá en un contador bidireccional.

#### **1.2.3.5 INSTALACIONES**

No existe previsión de instalaciones complementarias, Limitándose estas a la propia línea de evacuación de energía, hasta el punto de conexión con las red de Baja tensión del Polígono, con una tensión trifásica de 400 V valor eficaz, que se inyecta a las redes de la Compañía Distribuidora.

#### **1.2.3.6 INFLUENCIAS EN EL ENTORNO.**

Dada la localización de la Central Generadora de energía, no es previsible la aparición de ninguna influencia inadmisibles en el entorno, ni ahora ni en el futuro, ni siquiera en el caso de cese de la actividad dado que



todos los elementos que lo componen son fácilmente desmontables y reutilizables sin ninguna actividad añadida a la del propio desmontaje, transporte e instalación. Así mismo, no genera ningún cambio en las características del terreno colindante de forma que un eventual traslado de la instalación no significaría un cambio significativo en las características del terreno respecto de las existentes actualmente.

#### 1.2.3.7 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL REGLAMENTO DE ACTIVIDADES M.I.N.P.

De acuerdo con el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, NO aparece la actividad de objeto del presente estudio u otra actividad semejante en el nomenclátor anejo al Reglamento como actividad molestas, insalubres, nocivas o peligrosas.

#### 1.2.3.8 IMPACTO AMBIENTAL.

##### 1.2.3.8.1 GENERALIDADES

Es evidente que las fuentes renovables de energía son mucho más benignas que las tradicionales pero como toda actividad humana, generan una influencia perceptible sobre el medio ambiente. En el presente capítulo estudiaremos las principales implicancias ambientales de la obtención de energía por medio de fuentes alternativas renovables.

En lo que respecta a la energía solar fotovoltaica, se puede afirmar que, por sus características es, de todas las energías renovables, la fuente renovable más respetuosa con el medio ambiente. Los sistemas fotovoltaicos no producen emisiones ni ruidos o vibraciones y su impacto visual es reducido gracias a que por su disposición en módulos, pueden adaptarse a la morfología de los lugares en los que se instalan. Además, producen energía cerca de los lugares de consumo, evitando las pérdidas que se producen en el transporte.

Sin embargo, el impacto ambiental de la energía fotovoltaica no puede considerarse nulo. Fundamentalmente las acciones susceptibles de provocar impactos ambientales pueden agruparse en cuatro sectores:

- ✓ Contaminación producida en el proceso productivo de los componentes.
- ✓ Fase de Construcción



- ✓ Fase de explotación
- ✓ Fase de desmontaje y puesta fuera de servicio.

#### **1.2.3.8.2 Contaminación producida en el proceso productivo de los componentes.**

La contaminación producida en la fabricación de los componentes de los paneles fotovoltaicos y las emisiones de contaminantes que producen depende de la tecnología utilizada. Los sistemas fotovoltaicos más utilizados son los basados en el silicio (elemento extremadamente abundante en la tierra) monocristalino, policristalino y amorfo. Sin embargo, el proceso de fabricación por sí mismo no implica una utilización apreciable de sustancias peligrosas o contaminantes y hay que considerar también que, con las actuales proporciones del mercado fotovoltaico, el silicio puede obtenerse del reciclaje de los deshechos de la industria electrónica. De hecho, y como aval de lo mencionado, debe de considerarse que cumbres internacionales como las celebradas en Kioto y Río de Janeiro, sentaron las bases de las actuaciones a seguir en materia medioambiental en general, y en materia energética en particular, estableciendo un límite de emisiones de CO<sub>2</sub> para cada uno de los países participantes, instando a éstos, al uso de los recursos renovables como modo alternativo de generación de energía entre los cuales, la producción de energía eléctrica por efecto fotovoltaico ocupa un lugar relevante. Estas directivas dieron lugar, en el caso del Estado Español, a la creación del Plan de Fomento de las Energías Renovables

#### **1.2.3.8.3 Fase de construcción**

Durante la construcción del generador fotovoltaico han de desarrollarse una serie de actividades susceptibles de provocar algún tipo de impacto ambiental. Básicamente, son las siguientes:

- ✓ Montaje de estructuras y zanjas.
- ✓ Almacenamiento de materiales y residuos
- ✓ Demanda de mano de obra

#### **1.2.3.8.4 Fase de explotación**

Por las mismas razones que las expuestas en el punto anterior, y como consecuencia de la explotación de la planta se desarrollarán las siguientes actividades que deben de estudiarse a efectos medioambientales.



- ✓ Funcionamiento de la planta
- ✓ Presencia de la planta
- ✓ Ahorro de agua, combustibles fósiles y las emisiones asociadas.
- ✓ Creación de puestos de empleo.

#### ***1.2.3.8.5 Fase de puesta fuera de servicio y desmontaje***

A efectos informativos, exponemos alguna de las acciones a desarrollar para el desmontaje de la planta.

- ✓ Desmontaje y evacuación de paneles fotovoltaicos y Bastidores
- ✓ Desmontaje y evacuación de Inversores
- ✓ Desmontaje y evacuación de redes eléctrica de Baja Tensión

El estudio de los impactos ambientales producidos por estas acciones no será considerado en el presente capítulo, dado que, en base a posibles circunstancias cambiantes, consideramos más adecuado su estudio en el momento en el que la planta sea puesta fuera de servicio.

#### ***1.2.3.8.6 IMPACTOS PRODUCIDOS DEBIDOS A LA INSTALACION DE LA PLANTA FV***

- ✓ Creación de puestos de trabajo.
- ✓ Emisiones de los gases de escape de la maquinaria utilizada durante las obras de construcción.
- ✓ Incremento del nivel sonoro por los ruidos producidos por las obras.
- ✓ Contaminación del suelo por vertidos accidentales de aceites y combustibles de la maquinaria.
- ✓ Demanda de mano de obra.
- ✓ Reducción a escala global de los gases invernadero por el empleo de una energía renovable de carácter limpio e inagotable.
- ✓ Intrusión visual.
- ✓ Ahorro de combustibles fósiles.
- ✓ Ahorro de agua.

#### ***1.2.3.8.7 ESTUDIO DE LOS IMPACTOS PRODUCIDOS.***

Estudiaremos, a continuación, los impactos producidos por la instalación de la planta clasificándolos como significativos y no significativos. En el primer



caso (significativos), y en puntos posteriores, se propondrán las acciones a realizar para minimizar sus efectos hasta niveles tolerables.

- ***Creación de puestos de trabajo.***

Durante la etapa de explotación se llevarán a cabo labores de mantenimiento, limpieza y seguridad, lo que generará la creación, a tiempo parcial, de 1-2 puestos de trabajo, durante toda la vida de la instalación.

Se considera un impacto **SIGNIFICATIVO**.

- ***Emisiones de los gases de escape de la maquinaria utilizada durante las obras de construcción.***

Debido al funcionamiento de la maquinaria durante la construcción, se producirá la liberación a la atmósfera de los gases de escape. Sin embargo, debemos de considerar la reducida necesidad de maquinaria por lo que la influencia de las emisiones, respecto de la calidad del aire, pueden considerarse como significativo en relación a la calidad del aire las emisiones producidas.

Este impacto se estima como **NO SIGNIFICATIVO**.

- ***Incremento del nivel sonoro por los ruidos producidos por las obras.***

Como consecuencia lógica de cualquier actividad, las obras darán lugar a un aumento de los niveles de presión sonora, incremento que se traduce en una disminución del confort sonoro, tanto debida a las propias obras, como a la presencia y movimiento del personal asociado a las mismas. La estimación del nivel de presión sonora producido durante la fase de construcción, se ha realizado considerando que la zona de obras constituye un foco puntual y que la onda sonora se propaga a través de una atmósfera homogénea. De acuerdo con la siguiente expresión:

$$NPS_r = NPS_2 - 20 * \log (r_1/r_2)$$

Con esta hipótesis, el nivel de presión sonora producido por los equipos utilizados durante las obras.



|            |           |
|------------|-----------|
| EQUIPO     | NPS a 1 m |
| Camión     | 90 dB (A) |
| Plataforma | 95 dB (A) |

El valor máximo, considerando el caso más desfavorable en el que todas las máquinas funcionen a la vez, el nivel de presión sonora será inferior a 105 dB(A) a 1 m. En términos reales, los efectos serían inferiores a los admitidos por la normativa vigente, tal y como se refleja de lo expuesto en la siguiente tabla en la que se cuantifican los niveles de contaminación acústica en función de la distancia del foco emisor.

| DISTANCIA (m) | NPS dB(A) |
|---------------|-----------|
| 64            | 85        |
| 128           | 81,5      |
| 256           | 78        |
| 512           | 74,5      |
| 1024          | 71        |
| 2048          | 67,5      |

En cualquier caso este impacto se estima como **SIGNIFICATIVO**.

- *Vertido de fluidos contaminantes por la maquinaria utilizada.*

Deben ser consideradas sobre los suelos del entorno inmediato las afecciones por contaminación derivadas de un inadecuado almacenamiento de materiales y productos de las obras y de los residuos generados durante las mismas. Este tipo de materiales o productos utilizados y los residuos generados durante la fase de construcción, son los típicos de una construcción urbana, fundamentalmente, aceites y combustibles de la maquinaria en general y restos de elementos metálicos. Además, puede darse vertidos accidentales (vuelques y derrames).

Los residuos generados serán almacenados convenientemente y retirados a un vertedero autorizado en función de su naturaleza. Los aceites procedentes del mantenimiento de la maquinaria y otros residuos peligrosos que se generen durante la realización de las obras, serán retirados por



gestores de residuos peligrosos debidamente autorizados, de acuerdo con la legislación vigente. Durante la fase de construcción no se permitirá el vertido directo de sustancias o materiales contaminantes sobre el terreno o en cauces próximos, ni un incorrecto almacenamiento de los mismos. Así mismo, se balizará la zona de almacenamiento de materiales y productos. Además, se dispondrá de zonas adecuadas para la realización de las operaciones de mantenimiento de la maquinaria. Se habilitará un área específica para realizar las operaciones de mantenimiento, lavado, repostaje, etc..., y de sistema de recogida de efluentes a fin de evitar la contaminación del suelo.

Se realizarán tareas cotidianas de mantenimiento y limpieza de las distintas áreas que comprenden las obras: El residuo generado en mayor volumen, si bien la cantidad producida será mínima, estará constituido por las tierras sobrantes de las excavaciones, que será almacenado convenientemente y trasladado a un vertedero autorizado para su disposición final.

Así, la posibilidad de que como consecuencia del almacenamiento de materiales y residuos, y de la gestión final de estos últimos se produzca una contaminación del suelo es mínima; lo que unido a la inexistencia de residuos que vertidos en bajos volúmenes produzcan consecuencias graves, hace que este efecto sea **NO SIGNIFICATIVO**.

- ***Demanda de mano de obra durante la fase de construcción.***

Durante la fase de construcción se necesitará personal para llevar a cabo las obras, concretamente se estima en unos 5 puestos de trabajo. Evidentemente, estos puestos serán de carácter temporal mientras se realicen las obras. Se trata de un impacto positivo cuya consecuencia es la creación de puestos de trabajo.

El impacto se considera **SIGNIFICATIVO**.

- ***Reducción a escala global de los gases de efecto invernadero por el empleo de una energía renovable.***



La actividad humana genera, como consecuencia lógica, la emisión de gases (fundamentalmente dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y compuestos clorofluorocarbonados) que, una vez difundidos en la atmósfera absorben parte de la radiación solar reflejada por la tierra, por lo que la energía queda retenida en la atmósfera produciéndose de esta forma el llamado efecto invernadero. Es opinión generalizada que el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera puede dar lugar de forma global a cambios climáticos, al potencial calentamiento de la tierra y a la subida del nivel del mar. El efecto positivo que supone la energía fotovoltaica queda reflejado en primer término en los niveles de emisiones gaseosas evitadas, en comparación con las producidas en centrales térmicas.

El efecto es **SIGNIFICATIVO**.

- ***Intrusión Visual.***

La instalación fotovoltaica no añade ningún elemento inadmisibles efectos de contaminación visual, dado que se integra en el edificio sobre el que se sitúa construido en un entorno industrial, rodeado de otras edificaciones y formando un todo con el mismo y modificando ligeramente las características físicas de este.

El impacto se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

- ***Ahorro de combustibles fósiles.***

La energía generada a partir de un recurso renovable como es el sol, supone un ahorro de energía primaria proporcionada por combustibles fósiles (recursos agotables). Según la Orden del 7 de Julio de 1982, del Ministerio de industria y Energía sobre la obtención de la condición de Autogenerador Eléctrico, se tienen los siguientes gastos en centrales convencionales por kWh, gastos que deben de considerarse como absolutos, dado que son inexistentes los utilizados por una planta fotovoltaica:

| Tipo de Combustible   | Kcal/kWh |
|-----------------------|----------|
| Fuel 1                | 2.550    |
| Combustibles líquidos | 2.600    |
| Hullas y antracitas   | 2.800    |





|                 |       |
|-----------------|-------|
| Lignitos negros | 2.900 |
| Lignitos pardos | 3.180 |
| Gas natural     | 2.500 |

El impacto se considera **SIGNIFICATIVO**.

- **Ahorro de agua**

A diferencia de la mayoría de las tecnologías de generación, la producción de electricidad en plantas fotovoltaicas, no requiere de agua en su proceso, aunque sí, de manera puntual, para limpieza de los paneles de polvo. Esto supone un ahorro de un recurso de gran importancia, el agua, además de no generar efluentes contaminados.

Es un impacto **SIGNIFICATIVO**.

#### 1.2.3.8.8 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS.

Valoraremos a continuación, las afecciones de cada uno de los impactos en función de los siguientes criterios:

En función de los efectos producidos

- ❖ **NEGATIVO:** Se señalará en caso de que sea un impacto negativo para el entorno.
- ❖ **POSITIVO:** Se señalará cuando el impacto sea positivo para el entorno.

En función de su estabilidad en el tiempo

- ❖ **TEMPORAL:** Será aquel impacto que vaya a durar un período de tiempo breve (en principio, el tiempo de construcción o inferior).
- ❖ **PERMANENTE:** Será aquel impacto que dure durante la explotación e incluso después.

En función de la magnitud de los efectos, ya sea por área cubierta, número de especies afectadas, valores límites sobrepasados

- ❖ **ESCASA.**
- ❖ **MEDIA**



- ❖ ELEVADA
- ❖ GRAVE

En función de la facilidad de eliminación de los impactos tras el cese del impacto

- ❖ ALTA.
- ❖ MEDIA
- ❖ BAJA

Por último, estimaremos una valoración de cada uno de los impactos como "media" cualitativa de todos los aspectos. La valoración puede ser:

- ❖ FAVORABLE: Es un impacto que ayuda a mejorar las condiciones ambientales y/o sociales
- ❖ COMPATIBLE: Es un impacto perfectamente asumible y que no causa deterioro al entorno.
- ❖ MODERADO: Impacto de baja influencia, que en principio no requeriría ni medidas correctoras.
- ❖ SEVERO: Impacto que por fuerza va a necesitar medidas correctoras.
- ❖ CRÍTICO: Impacto que debe ser solventado con medidas compensatorias o si no el proyecto no puede ser realizado.

|                                                                      | EFECTO | MAGNITUD | DURABILIDAD | ZONA     | VALORACION |
|----------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|----------|------------|
| Creación de puestos de trabajo.                                      | POS.   | MEDIA    | -----       | LOCAL    | FAVORABLE  |
| Incremento del nivel sonoro por los ruidos producidos por las obras. | NEG.   | ESCASA   | BAJA        | LOCAL    | COMPATIBLE |
| Demanda de mano de obra durante la fase de                           | POS.   | MEDIA    | -----       | COMARCAL | FAVORABLE  |



|                                                                                                      |      |         |       |          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-------|----------|-----------|
| construcción.                                                                                        |      |         |       |          |           |
| Reducción a escala global de los gases de efecto invernadero por el empleo de una energía renovable. | POS. | ELEVADA | ----- | REGIONAL | FAVORABLE |
| Ahorro de combustibles fósiles.                                                                      | POS. | ELEVADA | ----- | REGIONAL | FAVORABLE |
| Ahorro de agua.                                                                                      | POS. | ELEVADA | ----- | LOCAL    | FAVORABLE |

#### 1.2.3.9 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS.

Estudiaremos a continuación cada uno de los impactos valorados como COMPATIBLE, MODERADO, SEVERO y CRÍTICO, proponiendo en cada caso, las medidas correctoras y preventivas necesarias.

##### 1.2.3.9.1 *Control de las emisiones sonoras:*

- Comprobar, al inicio de la obra, que la maquinaria de obras públicas ha pasado las Inspecciones Técnicas. Así todo vehículo de tracción mecánica deberá tener en buenas condiciones de funcionamiento: el motor, la transmisión, carrocería y demás elementos del mismo, capaces de producir ruidos y vibraciones y, especialmente el dispositivo silenciador de los gases de escape.

- Los conductores de vehículos y maquinaria de obra adecuarán, en lo posible, la velocidad a la que se desplazan. De esta forma las emisiones sonoras serán reducidas en aquellas situaciones en que la actuación simultánea de varios elementos pueda producir emisiones excesivas para el personal empleado.

- Informar a los operarios de las medidas a tomar para minimizar las emisiones.



- Los vertidos de tierras, escombros, etc., se realizarán desde alturas lo más bajas posibles.

#### 1.2.3.10 IMPACTOS DE LA ETAPA DE DESMONTAJE DE UNA PLANTA DE OBTENCIÓN DE ENERGÍA POR MEDIO DE CELULAS FOTOVOLTAICAS

A pesar de que el estudio de los impactos producidos por el desmontaje de una planta fotovoltaica serán estudiados cuando su desmontaje sea inminente, como momento más adecuado para ello, si que mencionaremos que, dado que componentes contaminantes están presentes en las celdas fotovoltaicas, aunque en concentraciones muy pequeñas y además se encuentran en forma insoluble y con baja posibilidad de bioacumulación, por lo que los niveles de lixiviación en el caso de que estos residuos sean dispuestos en rellenos, serán bajos o inexistentes.

No obstante, no se recomienda la disposición final de los compuestos peligrosos en rellenos, a menos que estos sean los denominados rellenos de seguridad, con dos buenas capas impermeables para evitar cualquier tipo de lixiviado. Lo recomendable y lo que se espera suceda en el futuro es que a mayor cantidad de emprendimientos fotovoltaicos, con la consecuente mayor generación de residuos, tanto de las celdas como de las baterías para almacenar la energía generada se produzca un desarrollo de empresas dedicadas al reciclaje de metales pesados provenientes de estos emprendimientos, para reducir el peligroso enterramiento de estas sustancias.

#### 1.2.3.11 BALANCE A EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

A la vista del análisis realizado e transformación de energía solar en energía eléctrica, se deduce que el COSTE AMBIENTAL producido por la instalación y funcionamiento de un generador fotovoltaico es totalmente asumible, mas aun cuando se compara con el resto de las infraestructuras tradicionales conocidas con dicha función dado que dentro de las características diferenciadoras estarían como las más importantes la de no emisión de partículas y gases contaminantes y la reducción en la utilización de combustibles fósiles contaminantes.





## **2 DOCUMENTO N°2: PLANOS**

### **2.1 LISTADO DE PLANOS**

#### **2.1.1 PLANO 1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**

#### **2.1.2 PLANO 2: ESTRUCTURA DE CUBIERTA-ESTADO ACTUAL**

#### **2.1.3 PLANO 3: PLANTA DE CUBIERTA-ESTADO ACTUAL**

#### **2.1.4 PLANO 4: ESTRUCTURA SOPORTE**

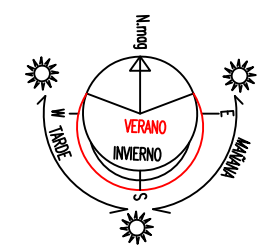
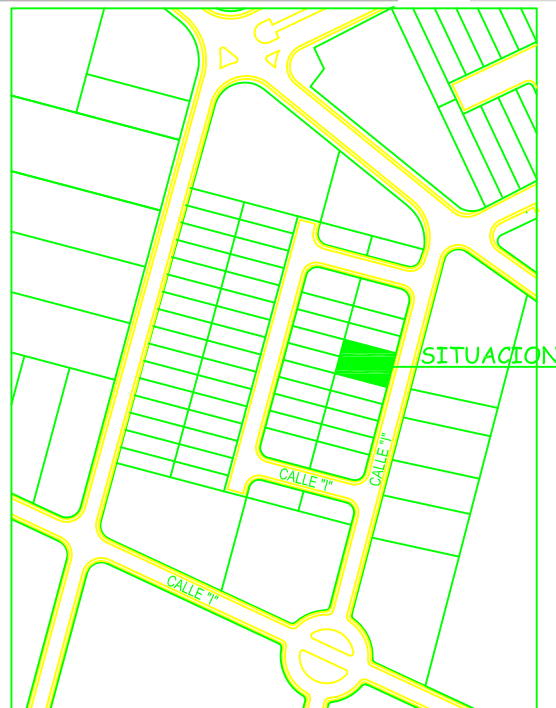
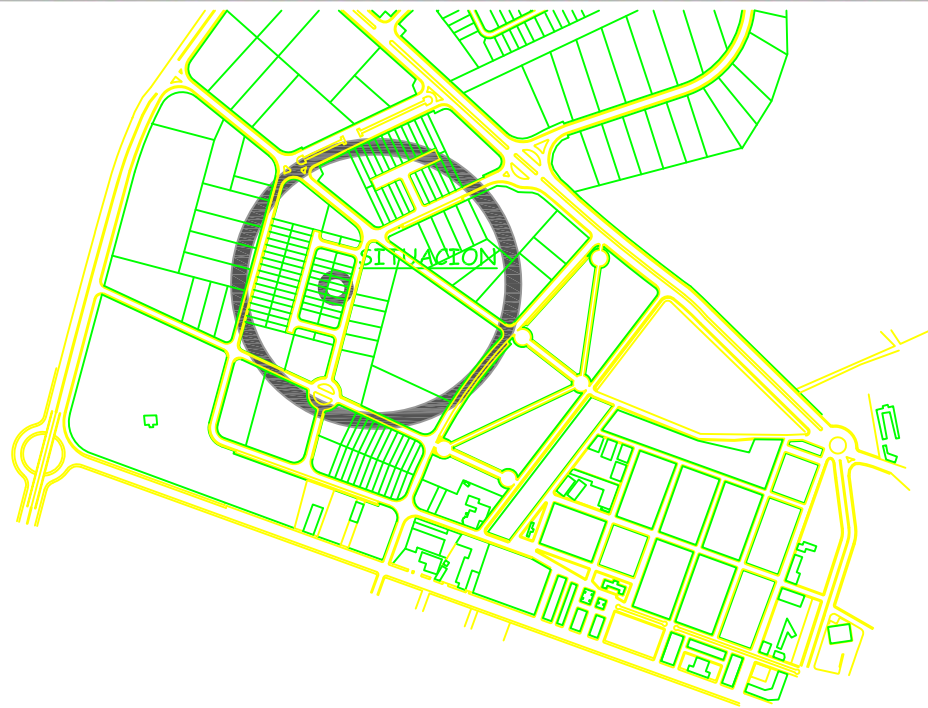
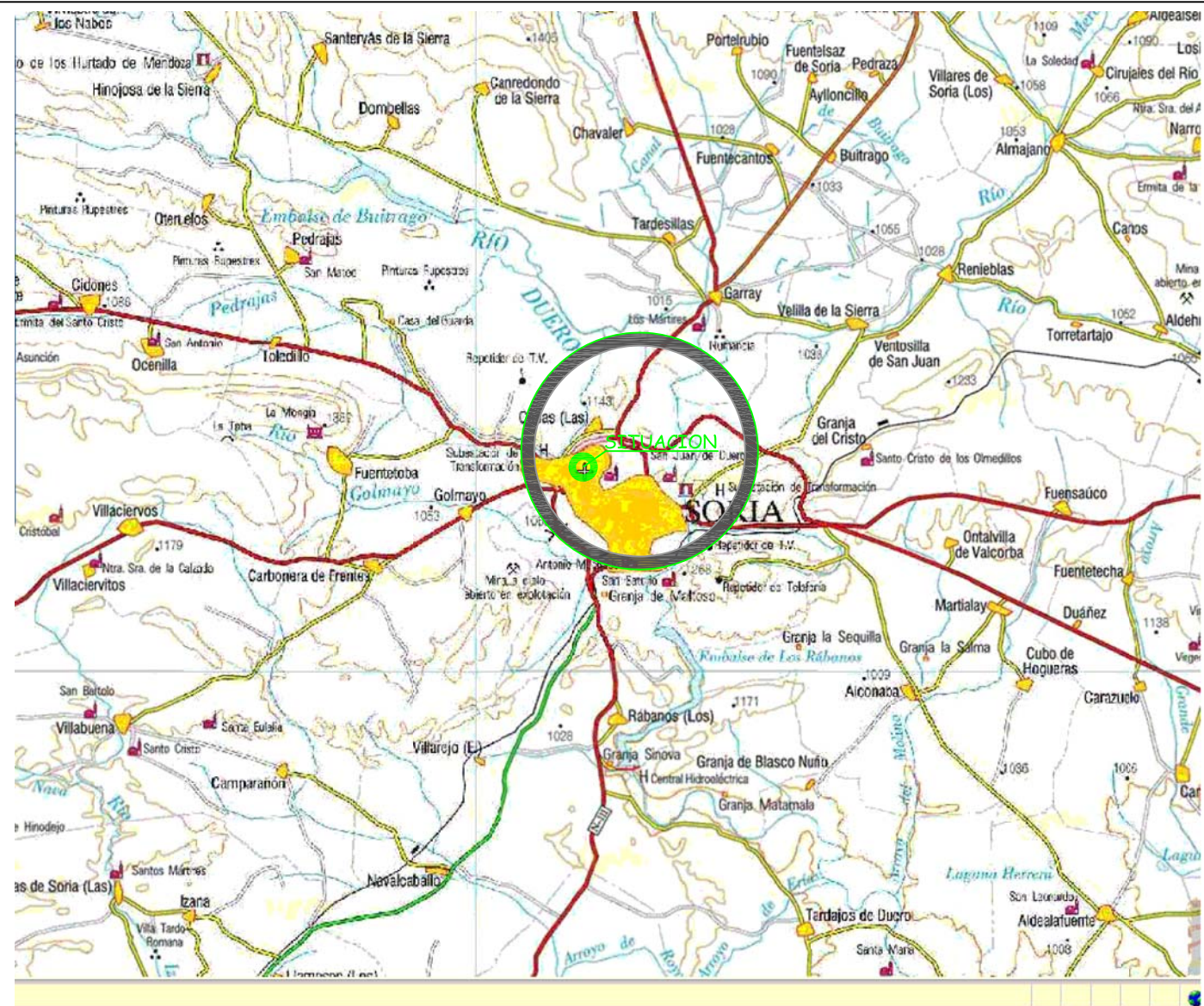
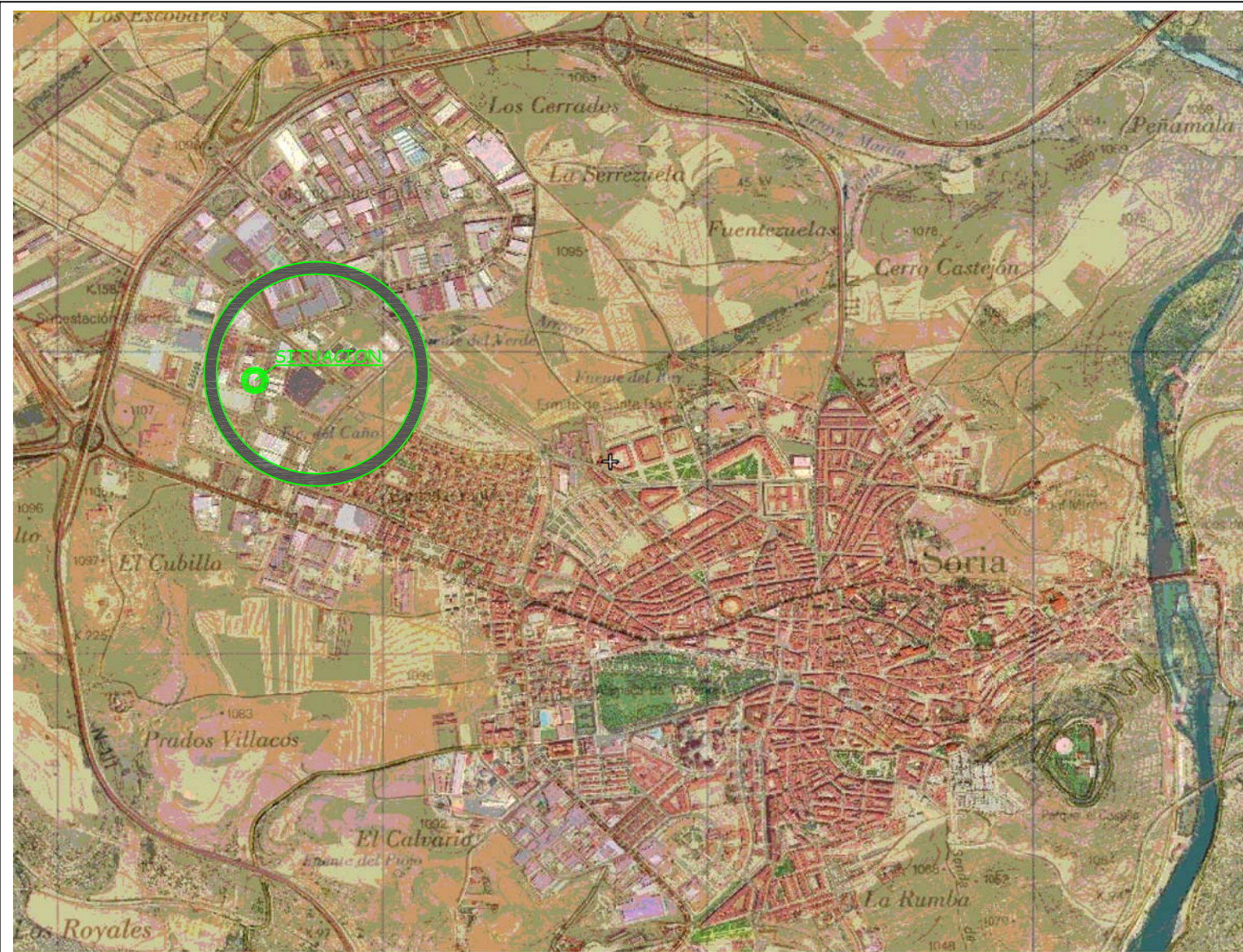
#### **2.1.5 PLANO 5: PERFILES ESTRUCTURALES**

#### **2.1.6 PLANO 6: GENERADOR FOTOVOLTAICO. ALZADOS**

#### **2.1.7 PLANO 7: REPLANTEO PANELES**

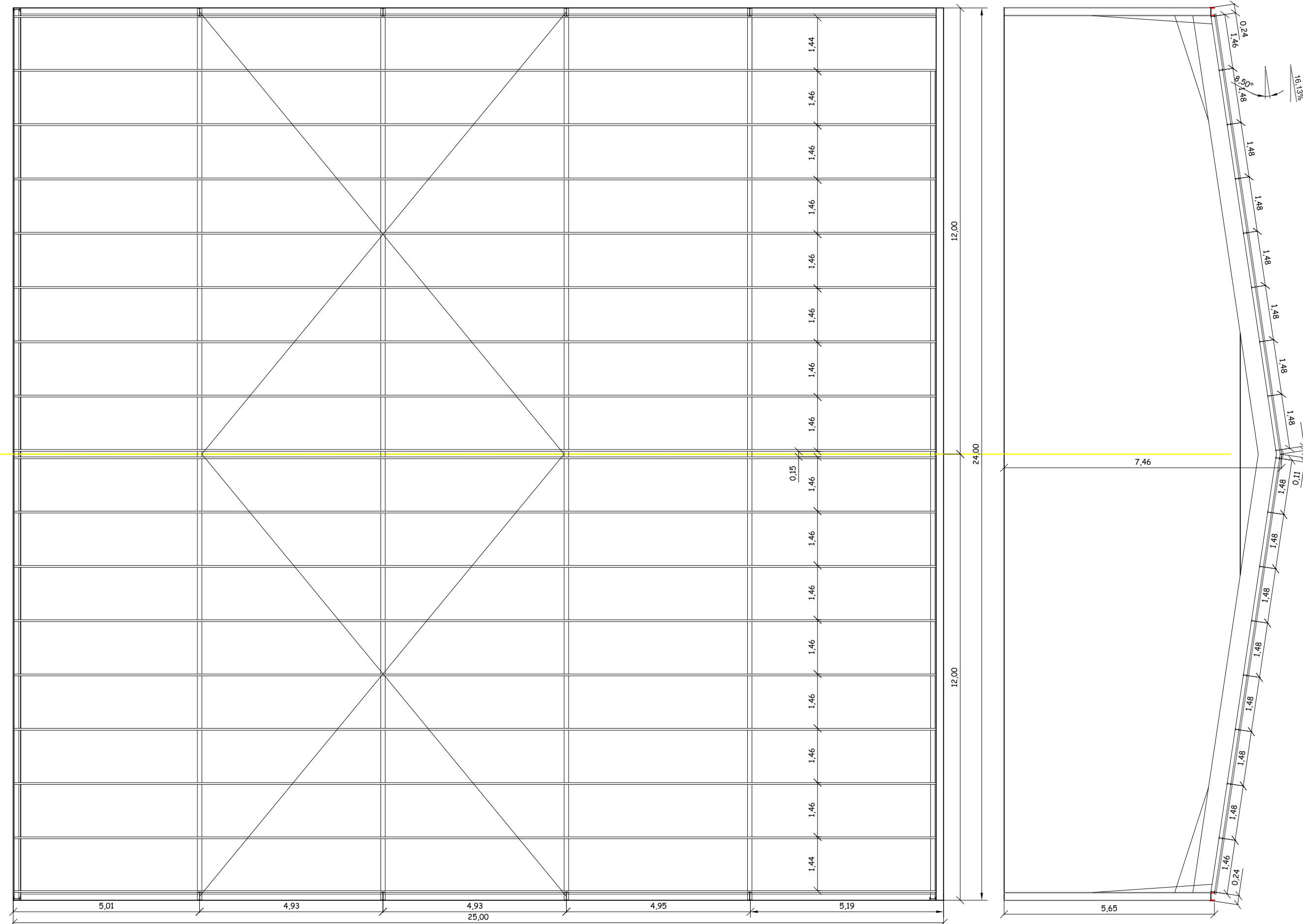
#### **2.1.8 PLANO 8: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN PLANTA. ESQUEMAS Y DETALLES.**





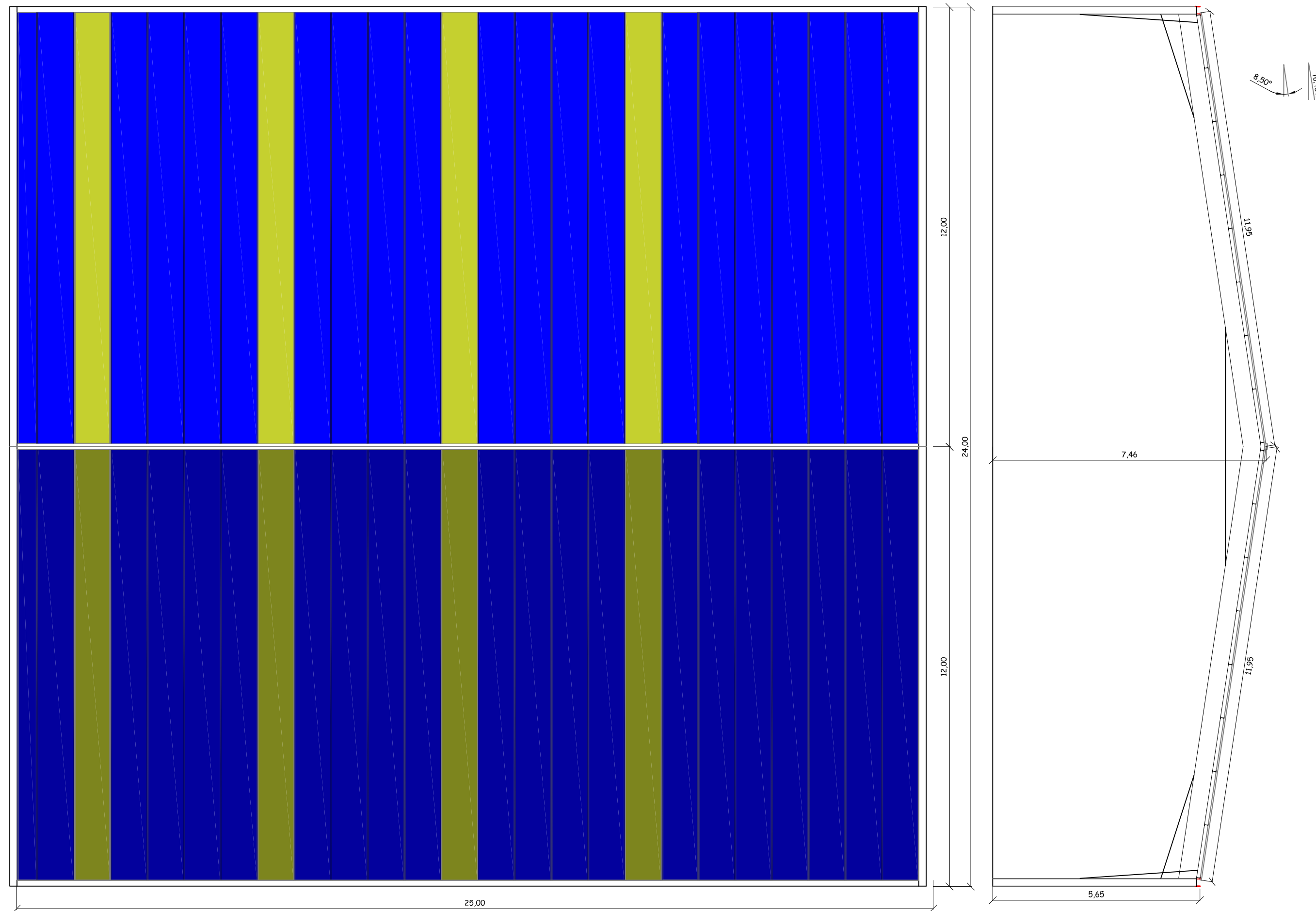
|                                                                                                                                     |                                                   |                |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|--|
| PROMOTOR: UVA - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>ALUMNO: SILVIA SACRISTÁN BENITO |                                                   |                |  |
| TÍTULO:<br><b>INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXION A RED</b>                                                        |                                                   |                |  |
| LOCALIZACIÓN:<br>POLIGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II"<br>PARCELA 232-233, CALLE "I"                                                   | ESCALA:<br>1:100                                  |                |  |
| FECHA: JULIO 2014<br>FIRMA:                                                                                                         | DENOMINACIÓN:<br><b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b> | PLANO N°:<br>1 |  |





|                                                                                                                                     |                                                            |                  |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| PROMOTOR: UVA - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>ALUMNO: SILVIA SACRISTÁN BENITO |                                                            |                  |                |
| TÍTULO:<br>INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXION A RED                                                               |                                                            |                  |                |
| LOCALIZACIÓN:<br>POLIGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II"<br>PARCELA 232-233, CALLE "I"                                                   |                                                            | ESCALA:<br>1:100 |                |
| FECHA: JULIO 2014<br>FIRMA:                                                                                                         | DENOMINACIÓN:<br>ESTRUCTURA DE CUBIERTA -<br>ESTADO ACTUAL |                  | PLANO N°:<br>2 |





PROMOTOR: UVA - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)  
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES  
 ALUMNO: SILVIA SACRISTÁN BENITO



TÍTULO:  
 INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXION A RED

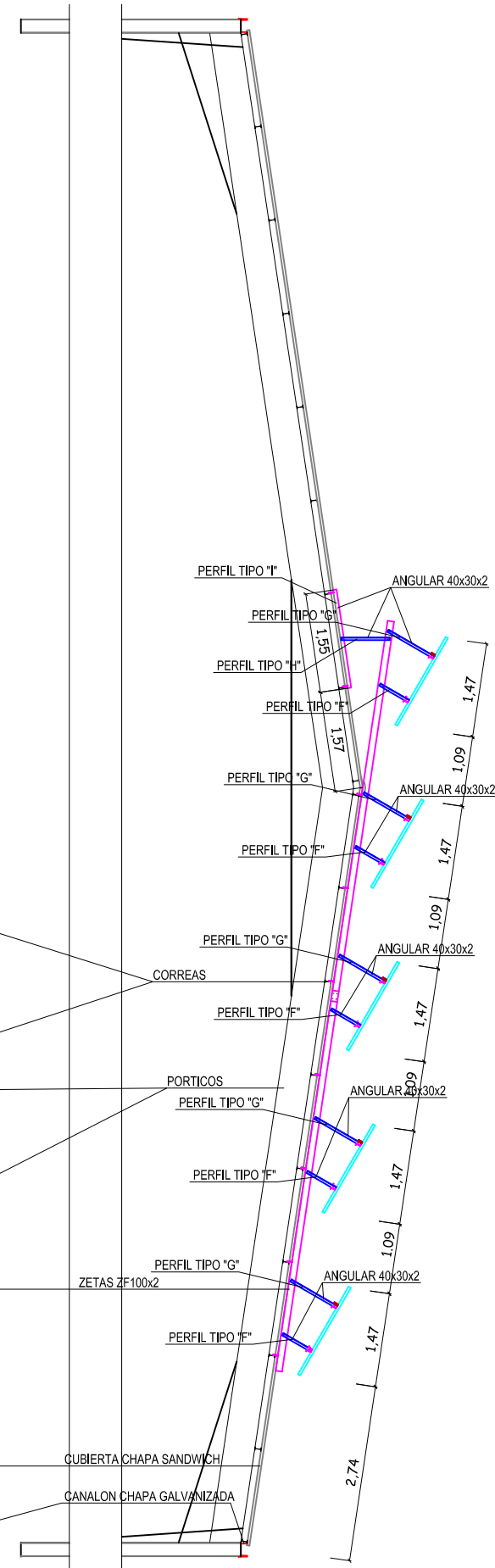
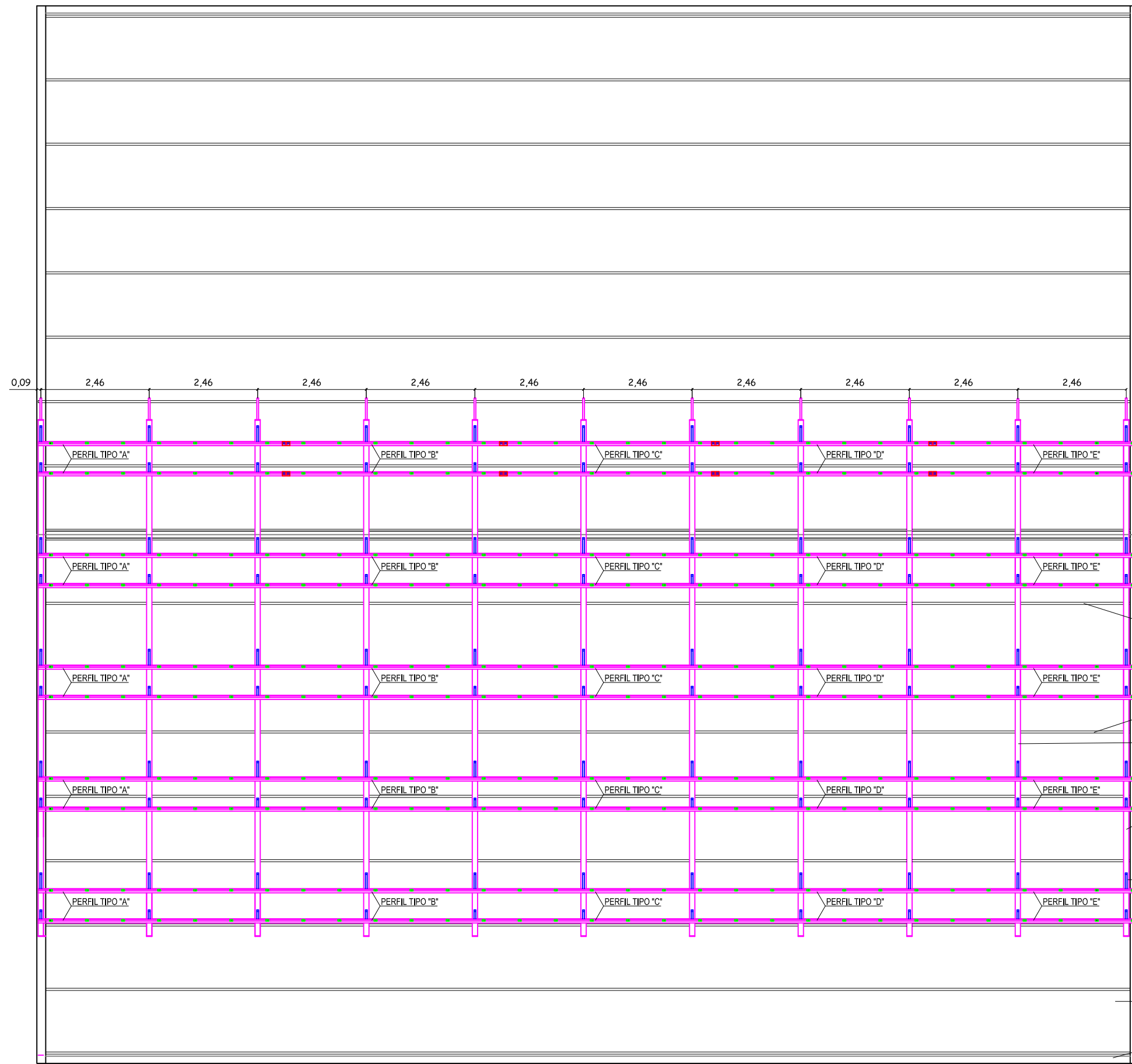
LOCALIZACIÓN:  
 POLIGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II"  
 PARCELA 232-233, CALLE "I"

ESCALA:  
 1:100

FECHA: JULIO 2014  
 FIRMA:

DENOMINACIÓN:  
 PLANTA DE CUBIERTA -  
 ESTADO ACTUAL

PLANO Nº:  
 3



PROMOTOR: UVA - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)  
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES  
 ALUMNO: SILVIA SACRISTÁN BENITO



TÍTULO:  
 INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXION A RED

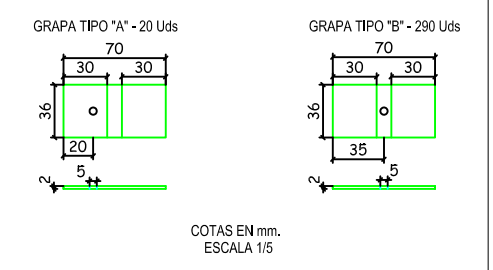
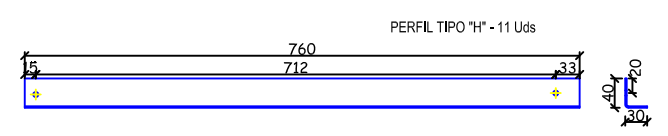
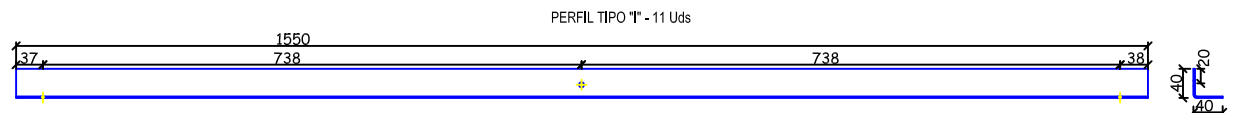
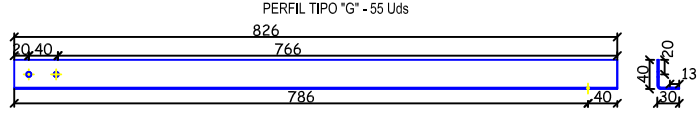
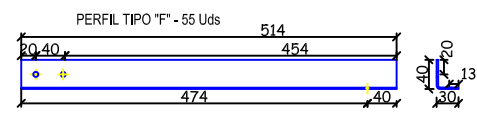
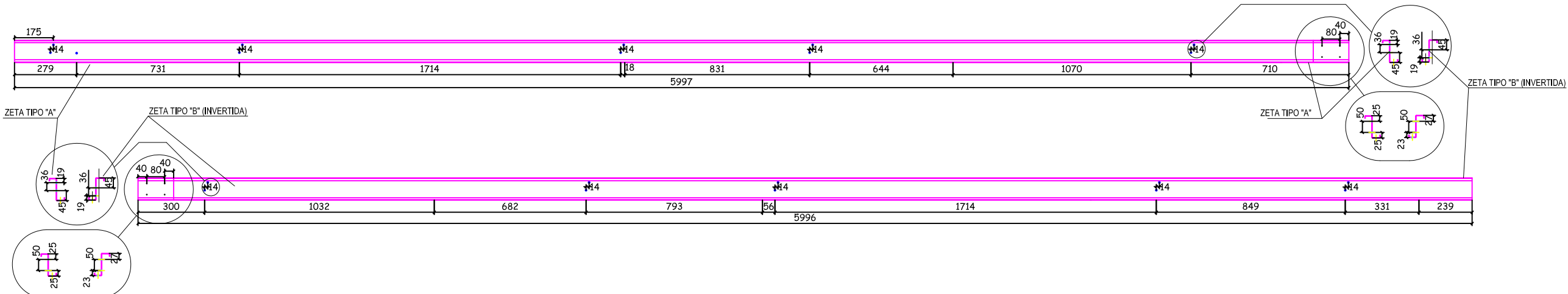
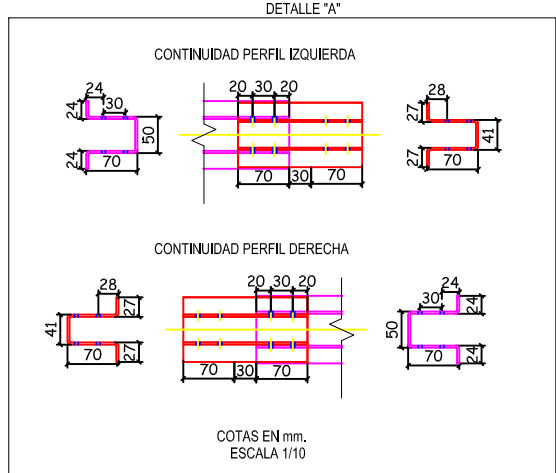
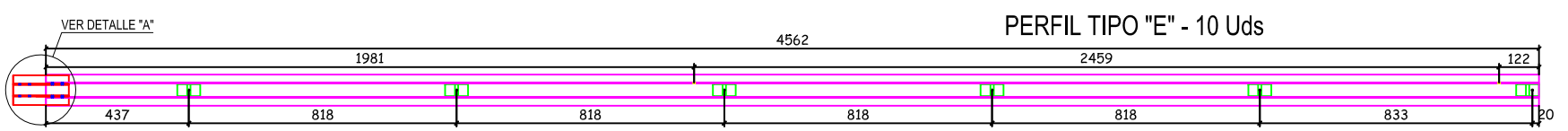
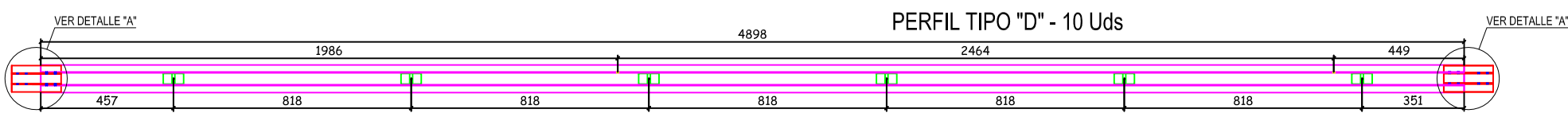
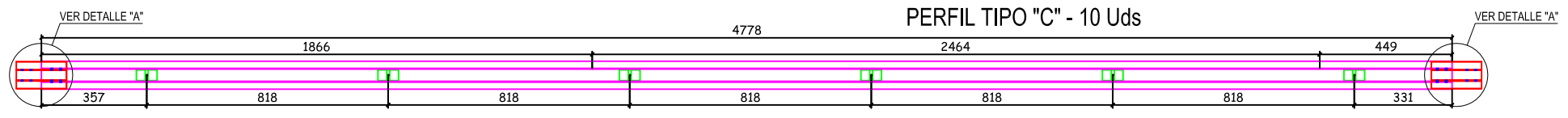
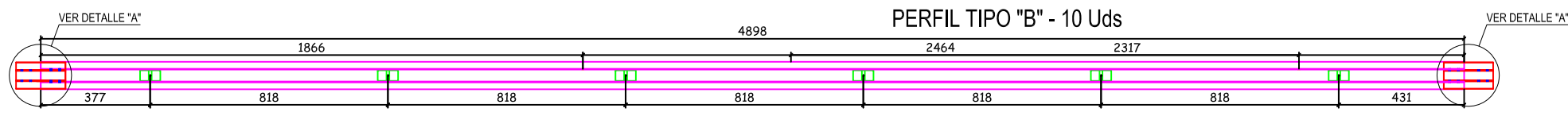
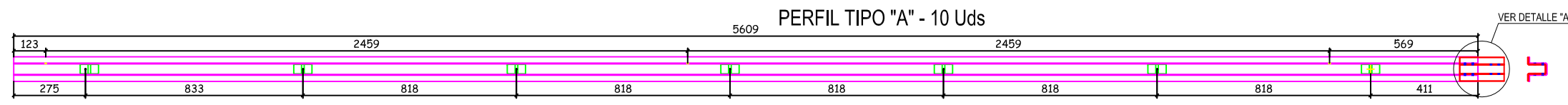
LOCALIZACIÓN:  
 POLIGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II"  
 PARCELA 232-233, CALLE "I"

ESCALA:  
 1:100 10 mm 40 mm

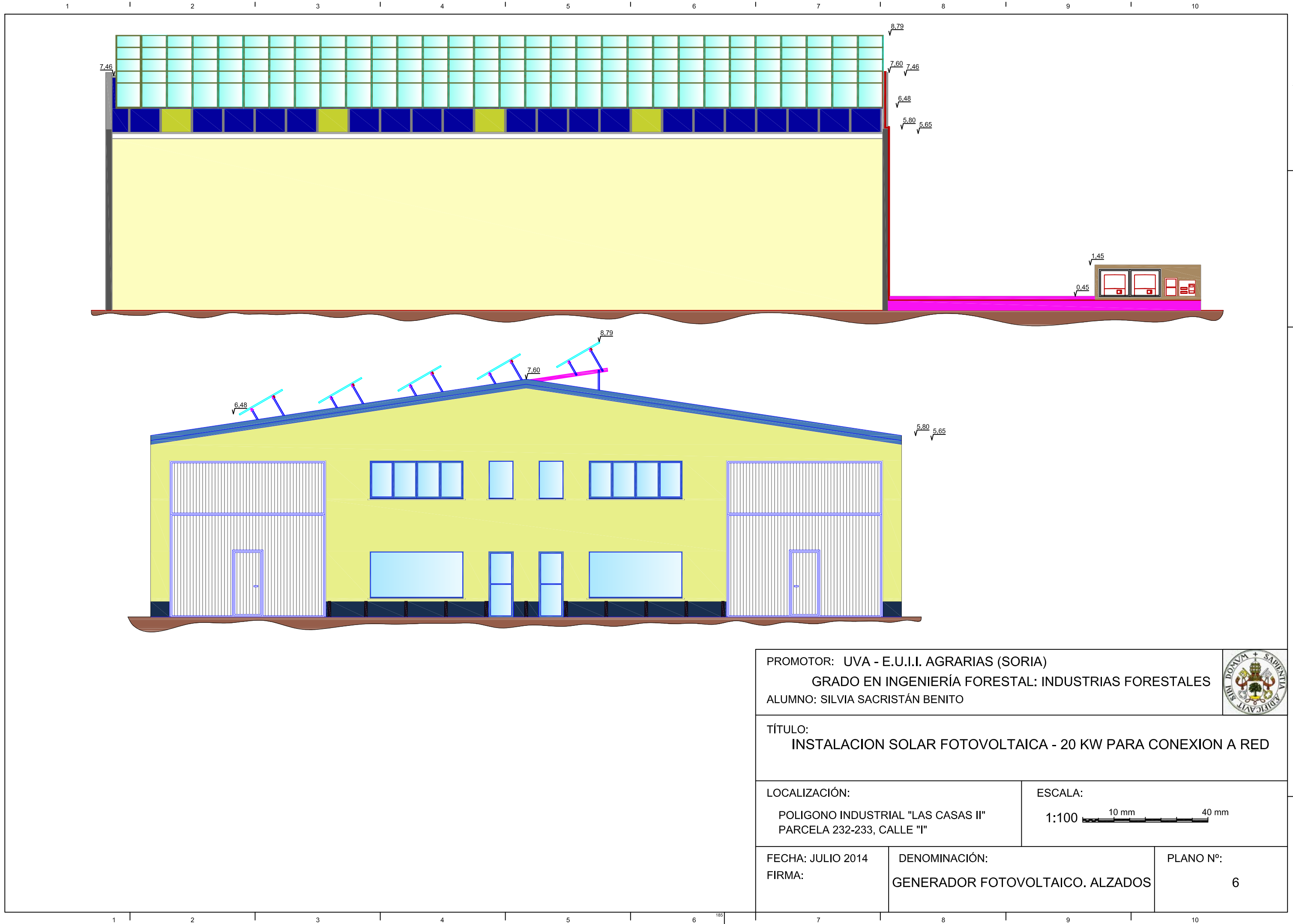
FECHA: JULIO 2014  
 FIRMA:

DENOMINACIÓN:  
 ESTRUCTURA SOPORTE

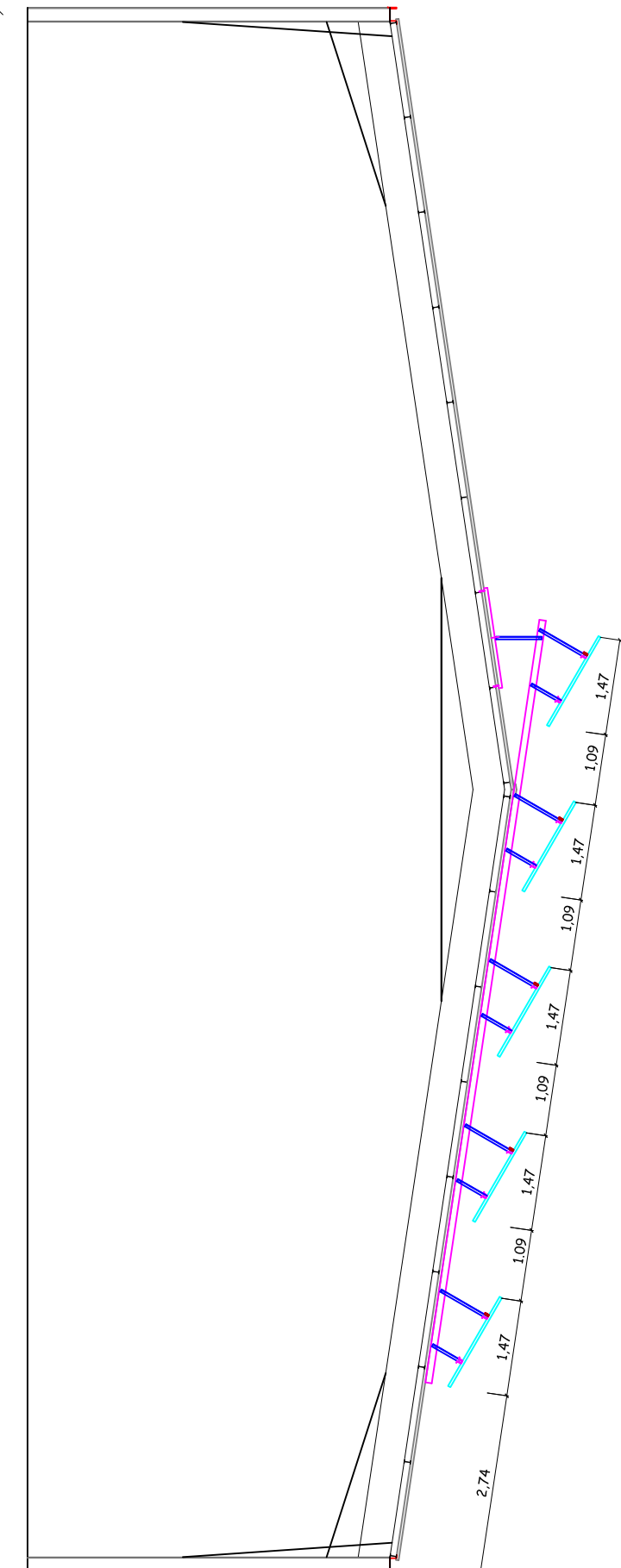
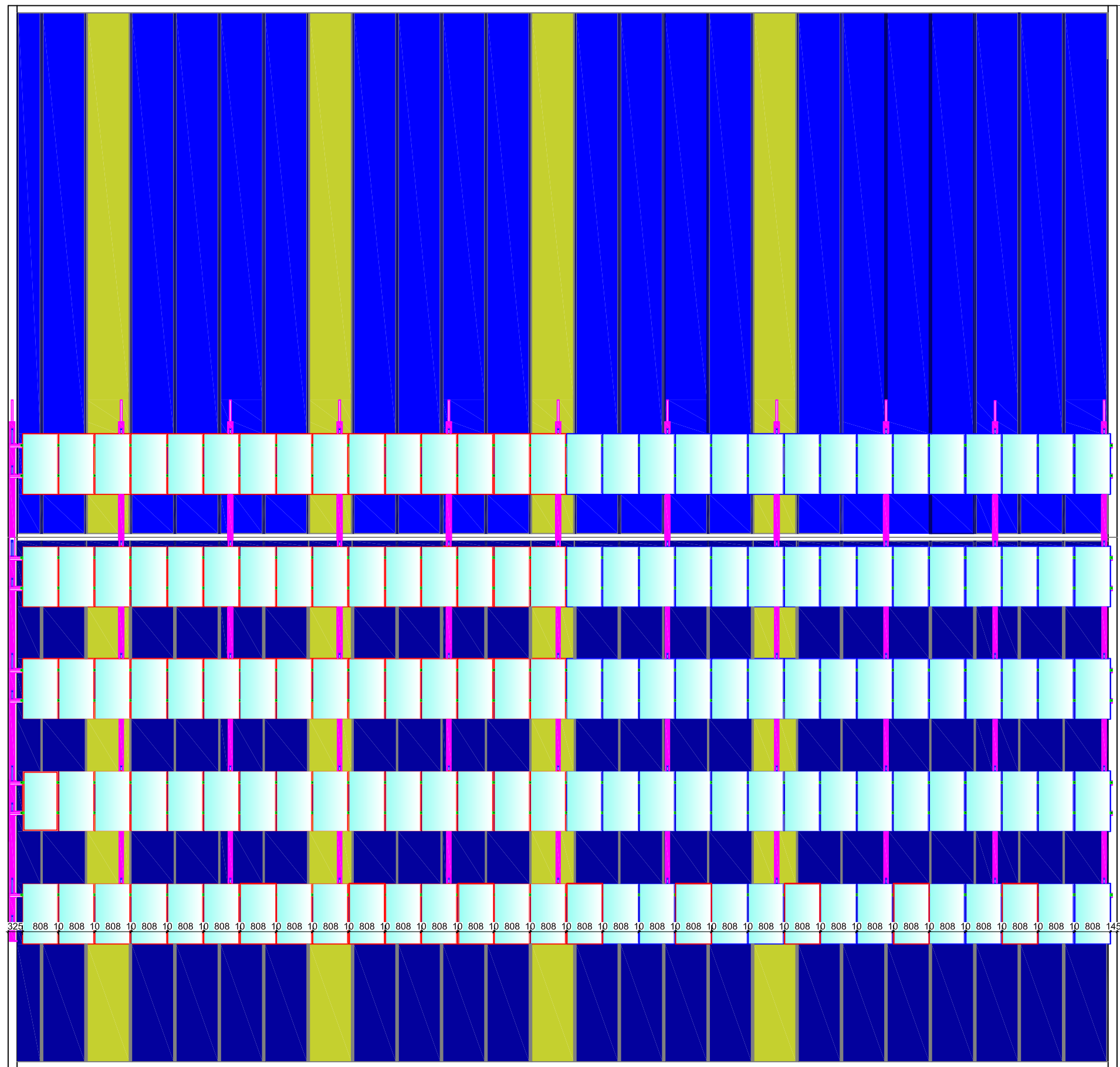
PLANO N°:  
 4



|                                                                                                                                     |                                         |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|
| PROMOTOR: UVA - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>ALUMNO: SILVIA SACRISTÁN BENITO |                                         |                |
| TÍTULO:<br>INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXION A RED                                                               |                                         |                |
| LOCALIZACIÓN:<br>POLIGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II"<br>PARCELA 232-233, CALLE "I"                                                   | ESCALA:<br>1:100                        |                |
| FECHA: JULIO 2014<br>FIRMA:                                                                                                         | DENOMINACIÓN:<br>PERFILES ESTRUCTURALES | PLANO N°:<br>5 |



|                                                                                                                                     |                                                  |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
| PROMOTOR: UVA - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES<br>ALUMNO: SILVIA SACRISTÁN BENITO |                                                  |                  |
| TÍTULO:<br><b>INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXION A RED</b>                                                        |                                                  |                  |
| LOCALIZACIÓN:<br>POLIGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II"<br>PARCELA 232-233, CALLE "I"                                                   |                                                  | ESCALA:<br>1:100 |
| FECHA: JULIO 2014<br>FIRMA:                                                                                                         | DENOMINACIÓN:<br>GENERADOR FOTOVOLTAICO. ALZADOS | PLANO Nº:<br>6   |



PROMOTOR: UVA - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)  
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES  
 ALUMNO: SILVIA SACRISTÁN BENITO



TÍTULO:  
 INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXION A RED

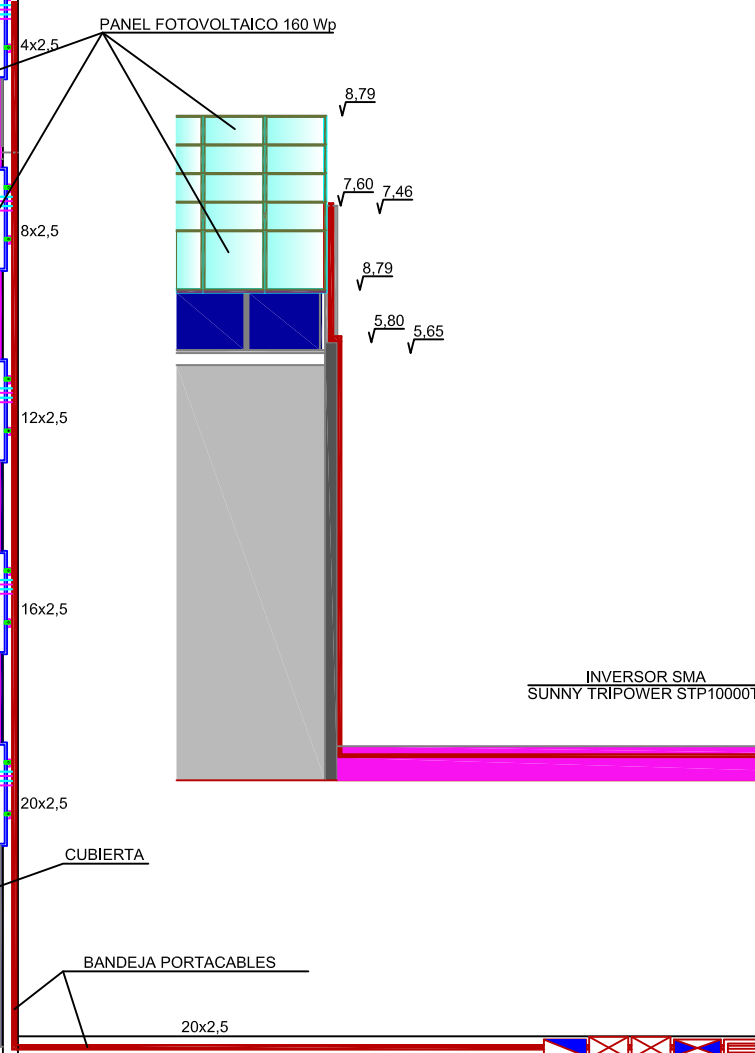
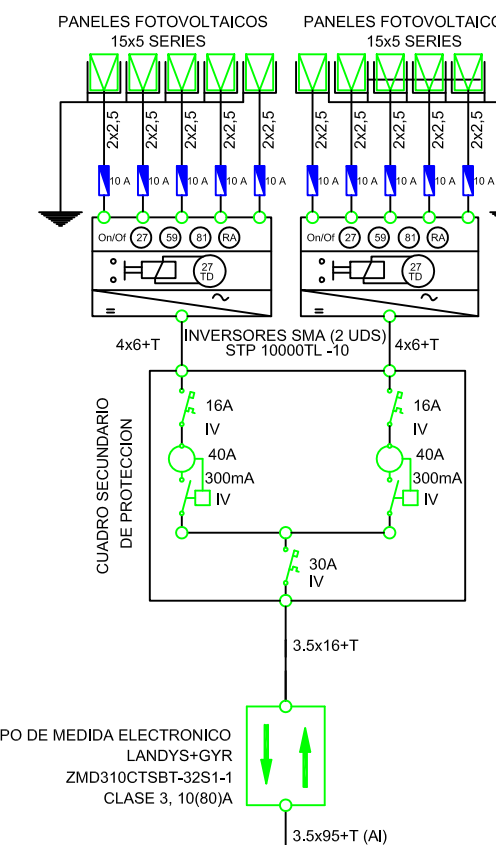
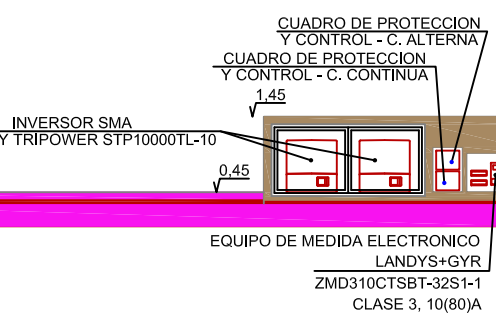
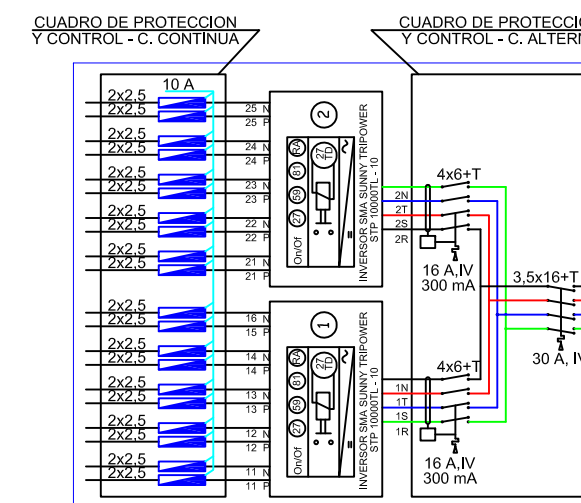
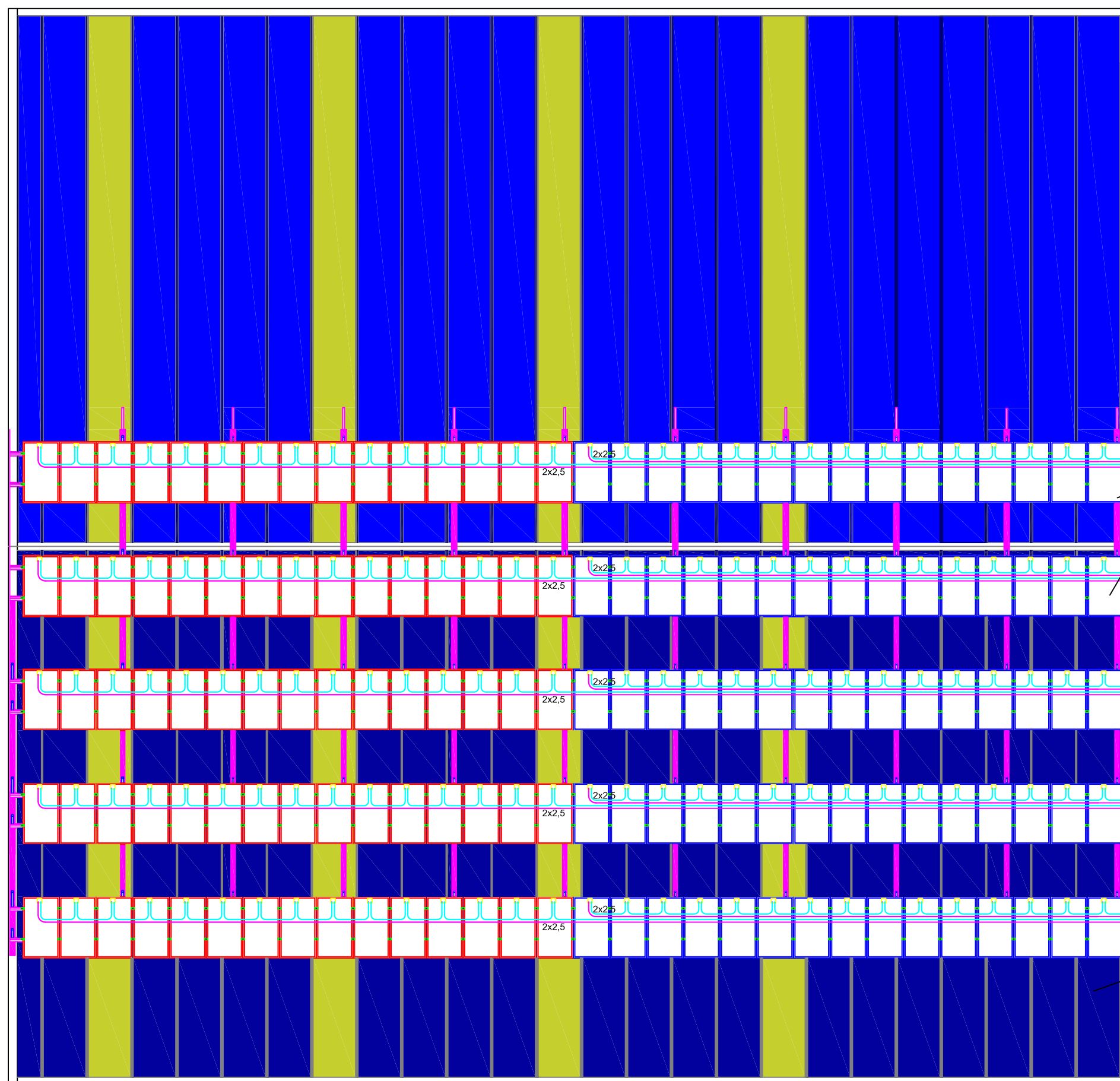
LOCALIZACIÓN:  
 POLIGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II"  
 PARCELA 232-233, CALLE "I"

ESCALA:  
 1:100 10 mm 40 mm

FECHA: JULIO 2014  
 FIRMA:

DENOMINACIÓN:  
 REPLANTEO PANELES

PLANO N°:  
 7



PROMOTOR: UVA - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)  
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES  
 ALUMNO: SILVIA SACRISTÁN BENITO



TÍTULO:  
 INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA - 20 KW PARA CONEXION A RED

LOCALIZACIÓN:  
 POLIGONO INDUSTRIAL "LAS CASAS II"  
 PARCELA 232-233, CALLE "I"

ESCALA:  
 1:100

FECHA: JULIO 2014  
 FIRMA:

DENOMINACIÓN:  
 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN PLANTA.  
 ESQUEMAS Y DETALLES.

PLANO N°:  
 8







## **ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES**

|            |                                             |            |
|------------|---------------------------------------------|------------|
| <b>3</b>   | <b>DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES</b> | <b>103</b> |
| <b>3.1</b> | <b>OBJETO</b>                               | <b>103</b> |
| <b>3.2</b> | <b>GENERALIDADES</b>                        | <b>103</b> |
| <b>3.3</b> | <b>COMPONENTES Y MATERIALES</b>             | <b>105</b> |
| 3.3.1      | EQUIPOS                                     | 105        |
| 3.3.2      | RECEPCIÓN Y PRUEBAS.                        | 113        |
| <b>3.4</b> | <b>MONTAJE DE EQUIPOS.</b>                  | <b>113</b> |
| 3.4.1      | MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.                      | 113        |
| 3.4.2      | INVERSOR.                                   | 114        |
| 3.4.3      | PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.             | 115        |
| 3.4.4      | GARANTÍA DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN.  | 115        |
| <b>3.5</b> | <b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.</b>           | <b>116</b> |
| 3.5.1      | MANTENIMIENTO PREVENTIVO.                   | 116        |
| 3.5.2      | MANTENIMIENTO CORRECTIVO.                   | 117        |







## **3 DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **3.1 OBJETO**

Este documento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas mínimas que debe cumplir esta instalación solar fotovoltaica conectada a red.

Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

En determinados supuestos, se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

### **3.2 GENERALIDADES**

Este Pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendida en su totalidad a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

Podrán optar a esta convocatoria otras aplicaciones especiales, siempre y cuando se aseguren unos requisitos de calidad, seguridad y durabilidad equivalentes. Tanto en la Memoria de Solicitud como en la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la



fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

- Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de noviembre de 2009, por el que se procede a la ordenación de los proyectos o instalaciones presentados al registro administrativo de preasignación de retribución para las instalaciones de producción de energía eléctrica, previsto en el Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Corrección de errores del Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica
- Real Decreto-ley 14/2010 , de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Corrección de errores del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 1/2012 , de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.



- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
- 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.

### **3.3 COMPONENTES Y MATERIALES**

#### **3.3.1 EQUIPOS**

- **Sistemas generadores fotovoltaicos**

El módulo fotovoltaico seleccionado SUN EARTH Modelo TDB125X125-72-P de 160 Wp, deberá incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- ✓ UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- ✓ UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- ✓ UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de



diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo fotovoltaico 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.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

- ✓ Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- ✓ Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- ✓ Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 3 \%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- ✓ 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.



Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

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.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

- **Estructura soporte**

La estructura soporte deberá cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

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

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

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.



La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

- **Inversores**

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- ✓ Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- ✓ Autoconmutados.
- ✓ Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- ✓ No funcionarán en isla o modo aislado.



La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- ✓ UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- ✓ UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- ✓ IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- ✓ Cortocircuitos en alterna.
- ✓ Tensión de red fuera de rango.
- ✓ Frecuencia de red fuera de rango.
- ✓ Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- ✓ Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- ✓ Encendido y apagado general del inversor.
- ✓ Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:





- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

- **Cableado**

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.



Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

- **Conexión a red**

Todas las instalaciones de hasta 100 Kw cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- **Medidas**

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- **Protecciones**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.



- **Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

- **Armónicos y compatibilidad electromagnética**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- **Medidas de seguridad**

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente



en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

### **3.3.2 RECEPCIÓN Y PRUEBAS.**

El instalador entregará al usuario de la instalación un documento en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación así como las especificaciones de la misma.

Antes de la puesta en marcha de la instalación deberán comprobarse que todos los equipos ha pasado las pruebas pertinentes de funcionamiento en fábrica y se comprobarán los certificados de calidad. Una vez comprobadas las pruebas se realizarán pruebas de arranque y parada en diferentes instantes de funcionamiento.

También deberán realizarse las pruebas pertinentes para comprobar que todos los elementos de protección como son fusibles, magnetotérmicos y descargadores de la instalación funcionan correctamente.

## **3.4 MONTAJE DE EQUIPOS.**

En este apartado de mostrará cómo se realizarán las conexiones de los diferentes equipos de la instalación fotovoltaica.

### **3.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**

Los paneles solares serán distribuidos en filas tal y como se indica en la memoria para facilitar la conexión de los mismos en serie o paralelo según proceda. Los módulos solares serán montados sobre la estructura soporte pertinente horizontalmente, fijándolos a ésta mediante la tortillería de la que está provista la estructura, una vez fijados se inclinarán el ángulo idóneo a la época de funcionamiento.



Una vez colocados sobre los soportes, los módulos serán conectados en serie y paralelo según se muestra en la memoria del proyecto. Cada uno de los conductores de conexión entre los diferentes paneles estarán bridados a la estructura del generador.

### **3.4.2 INVERSOR.**

El inversor encargado de la conversión de corriente continua a corriente alterna para la inyección a la red de baja tensión de la potencia producida por el generador fotovoltaico es un dispositivo electrónico sensible y que debe estar protegido contra daños externos. El inversor elegido marca SMA SUNNY TRIPOWER STP 10000TL - 10 posee un índice de protección IP21, lo cual indica que no está suficientemente protegido frente a elementos atmosféricos adversos como puede ser lluvia o partículas de polvo, por tanto se instalará en el interior de una caseta, fuera de humedades excesivas, protegido de la intemperie y sin polvo o suciedad excesiva.

Según las recomendaciones del fabricante, el lugar donde se aloje el inversor deberá estar ventilado para favorecer la refrigeración del equipo y por tanto deberá evitarse la obstrucción de entradas y salidas de ventilación de la caseta, la humedad relativa del lugar no debe superar el 95% y las temperaturas de trabajo no deben salir del rango  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ .

La caseta del inversor estará ubicada en el exterior de la nave, en un armario compartido con los cuadros de protección de continua, de alterna y con el equipo de medida.

Todo el cableado que proviene del generador fotovoltaico estará alojado en las canaletas fijadas a la pared utilizadas para la conducción del cableado incluso en el interior de la caseta del inversor, no se dejará ninguna sección de conductor fuera de dichas canaletas. El cableado de conexión a la red de baja tensión será enterrado bajo tubo corrugado de PVC. La conexión del inversor con el campo de paneles solares y con la red de baja tensión será realizada por personal técnico cualificado por la importancia y dedicación que esto conlleva.



### **3.4.3 PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.**

El R.D.1663/2000 donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión la puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora con el fin de no transmitir defectos a la misma. Además, las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La norma ITC-BT-40, determina que las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistema de puesta a tierra que, en todo momento aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la norma MIE-RAT 13 del reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Los elementos de protección estarán alojados en diferentes cajas de conexión destinadas a la protección contra manipulación y agentes atmosféricos dañinos para los mismos.

En el cuadro de protección y control de continua se instalarán:

- 10 fusibles de corriente continua de 10A.

Los equipos de alterna destinados a la protección del punto de conexión a la red de baja tensión se instalarán en la caseta del inversor:

- 2 interruptores magnetotérmicos de 16A
- 2 interruptor diferencial de 40A y 300mA de sensibilidad.
- 1 interruptor general automático de 30A

### **3.4.4 GARANTÍA DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN.**

La garantía de los equipos que forman la instalación solar fotovoltaica permanecerá vigente a la hora de reparar los equipos que hayan sufrido cualquier avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones y siempre que se presente el



correspondiente certificado de garantía con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

La garantía puede darse en forma de reparación o de sustitución parcial o total del equipo averiado siempre y cuando no haya finalizado el periodo de validez de la garantía, mínimo 3 años en todos los equipos excepto en los paneles fotovoltaicos que será de 8 años, en cuyo caso no cabe ningún tipo de reclamación.

La garantía de los equipos de la instalación cubrirá todos los gastos, desde las piezas averiadas hasta la mano de obra llevada a cabo por los operarios y podrá anularse si la instalación ha sufrido alguna reparación o modificación por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

### **3.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.**

Para el buen funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica a lo largo de su vida útil, deberá realizarse un mantenimiento periódico de los diferentes equipos que la componen, para ello se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. Para esta instalación cuya inclinación de paneles deberá ser variada a lo largo del año, el programa de mantenimiento además deberá tener en cuenta que en los meses de Octubre y Abril, los operarios deben realizar las acciones necesarias para el funcionamiento eficiente de la instalación.

El mantenimiento se realizará por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora y todas las actividades realizadas por este personal quedarán registradas en un informe técnico.

#### **3.5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

Se realizará periódicamente una inspección visual de las instalaciones así como la verificación de que todos los componentes y equipos de la misma funcionan correctamente. Esta actividad deberá realizarse dos veces al año, semestralmente al tratarse de una instalación fotovoltaica de más de 5kWp y se realizarán las siguiente revisiones:



- Comprobación del estado de los módulos solares utilizando el interruptor-seccionador para labores correctivas si fuese necesario.
- Comprobación del estado de los soportes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas y estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor.

### **3.5.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.**

En el mantenimiento correctivo, el personal técnico se encargará de la sustitución o arreglo de los equipos de la instalación que hayan sido dañados para asegurar su buen funcionamiento.

Este mantenimiento no se realizará de forma periódica sino que será cada vez que el usuario de la instalación lo requiera por alguna avería de la instalación, en este caso, el suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la avería se reparará en el plazo máximo de 15 días.

El mantenimiento correctivo que sea realizado durante el periodo de garantía de la instalación, carecerá de costes para el usuario si se han cumplido todas las condiciones de garantía antes citadas.

Soria, Julio de 2014

Fdo.: Silvia Sacristán Benito  
Grado en Ingeniería Forestal







## **ÍNDICE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

|            |                                                                                                                       |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4</b>   | <b>DOCUMENTO N°4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>                                                             | <b>121</b> |
| <b>4.1</b> | <b>PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES</b>                                                                                | <b>121</b> |
| 4.1.1      | INTRODUCCION.                                                                                                         | 121        |
| 4.1.2      | SERVICIOS DE PREVENCIÓN.                                                                                              | 121        |
| 4.1.2.1    | PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.                                                                     | 121        |
| 4.1.2.2    | SERVICIOS DE PREVENCIÓN.                                                                                              | 122        |
| 4.1.3      | CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.                                                                         | 122        |
| 4.1.3.1    | CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.                                                                                         | 122        |
| 4.1.3.2    | DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.                                                                           | 123        |
| 4.1.3.3    | DELEGADOS DE PREVENCIÓN.                                                                                              | 123        |
| <b>4.2</b> | <b>DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.</b>                                          | <b>124</b> |
| 4.2.1      | INTRODUCCION.                                                                                                         | 124        |
| 4.2.2      | OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.                                                                                          | 124        |
| 4.2.2.1    | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.                                                                                            | 125        |
| 4.2.2.2    | ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.                                                                        | 127        |
| 4.2.2.3    | CONDICIONES AMBIENTALES.                                                                                              | 128        |
| 4.2.2.4    | ILUMINACIÓN.                                                                                                          | 128        |
| 4.2.2.5    | SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.                                                                           | 129        |
| 4.2.2.6    | MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.                                                                              | 130        |
| <b>4.3</b> | <b>DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.</b>                           | <b>130</b> |
| 4.3.1      | INTRODUCCIÓN.                                                                                                         | 130        |
| 4.3.2      | OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.                                                                                    | 131        |
| <b>4.4</b> | <b>DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.</b> | <b>132</b> |



|            |                                                                                                                                        |            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4.1      | INTRODUCCIÓN.                                                                                                                          | 132        |
| 4.4.2      | OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.                                                                                                     | 133        |
| 4.4.2.1    | DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.                                                                   | 134        |
| 4.4.2.2    | DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.                                                         | 135        |
| 4.4.2.3    | DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.                                        | 136        |
| 4.4.2.4    | DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.       | 136        |
| 4.4.2.5    | DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.                                                              | 138        |
| <b>4.5</b> | <b>DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.</b> | <b>140</b> |
| 4.5.1      | INTRODUCCION.                                                                                                                          | 140        |
| 4.5.2      | OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.                                                                                                 | 140        |
| 4.5.2.1    | PROTECTORES DE LA CABEZA.                                                                                                              | 140        |
| 4.5.2.2    | PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.                                                                                                         | 141        |
| 4.5.2.3    | PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.                                                                                                         | 141        |
| 4.5.2.4    | PROTECTORES DEL CUERPO.                                                                                                                | 141        |



## 4 DOCUMENTO Nº4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 4.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

#### 4.1.1 INTRODUCCION.

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 4.1.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

##### 4.1.2.1 PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha



actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoria o evaluación externa.

#### **4.1.2.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### **4.1.3 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

##### **4.1.3.1 CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:



- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.

- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.

- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

#### 4.1.3.2 DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### 4.1.3.3 DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.



En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **4.2 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

### **4.2.1 INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo**, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

### **4.2.2 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.



En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

#### 4.2.2.1 CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.





El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75º con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.



Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcassas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

#### 4.2.2.2 ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.



Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

#### 4.2.2.3 CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.

- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.

- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

- Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

- Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

- Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.

- Se evitarán los olores desagradables.

#### 4.2.2.4 ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales,



con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

#### 4.2.2.5 SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se



realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

#### 4.2.2.6 MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

### 4.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

#### 4.3.1 INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*. De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no



puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

#### **4.3.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se



realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## **4.4 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

### **4.4.1 INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.



#### **4.4.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores.

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.





- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### 4.4.2.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.



Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### 4.4.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.



Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### 4.4.2.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque. Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### 4.4.2.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.



Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general). No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado. Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincas, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose



de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### 4.4.2.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.



Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden



pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **4.5 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.**

### **4.5.1 INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### **4.5.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### **4.5.2.1 PROTECTORES DE LA CABEZA.**

- cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.



#### 4.5.2.2 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### 4.5.2.3 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### 4.5.2.4 PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.

Comprobador de tensión.

Soria, Julio de 2014

Fdo.: Silvia Sacristán Benito  
Grado en Ingeniería Forestal







## **ÍNDICE PRESUPUESTO**

|            |                                    |            |
|------------|------------------------------------|------------|
| <b>5</b>   | <b>DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO</b>  | <b>145</b> |
| <b>5.1</b> | <b>CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS</b> | <b>145</b> |
| <b>5.2</b> | <b>CUADRO DE DESCOMPUESTOS</b>     | <b>150</b> |
| <b>5.3</b> | <b>MEDICIONES Y PRESUPUESTO</b>    | <b>156</b> |
| <b>5.4</b> | <b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>     | <b>161</b> |





## 5 DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

### 5.1 CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

| <b>CAP. C01</b> | <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS Y HORMIGON</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| UD              | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PRECIO       |
| M3              | <b>EXCAV. MECAN. ZANJAS T. FLOJO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
|                 | Excavación con retroexcavadora, en terrenos de consistencia dura, en apertura de zanjas, hasta 1.5 m. de profundidad, con extracción de tierras a los bordes.                                                                                                                                                         |              |
|                 | UN EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>1,37</b>  |
| M3              | <b>RELLEN.ZANJAS HORMIGON H-175</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
|                 | Relleno y extendido de zanjas con arena de rio lavada e inerte, vertido con medios mecánicos y extendido por medios manuales, hasta 50 cm. de altura, incluso medios auxiliares y pequeño material.                                                                                                                   |              |
|                 | VEINTIUN EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>21,76</b> |
| M3              | <b>RELLEN.Y COMPAC. MANO S/APORT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
|                 | Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios manuales en tongadas de 30 cm. de espesor i/regado de las mismas, sin aporte de tierras.                                                                                                                                                                       |              |
|                 | OCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>8,14</b>  |
| UD              | <b>ARQUETA LINEA A.T 0.60x0.60x1,10</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
|                 | Arqueta para línea subterránea de Media Tensión de 0.60x0.60x1,10 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón H-175 Kg/cm <sup>2</sup> con drenaje, tapa de hormigón armado, S/normas IBERDROLA. |              |
|                 | CINCUENTA Y CINCO EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>55,18</b> |
| MI              | <b>TUBERIA PVC 160 mm. S/HORMIGON</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |
|                 | Tubería de PVC de 160 mm. de diámetro s/hormigón H-175 Kg/cm <sup>2</sup> . pero sin este, con juntas estancas, para línea subterránea de Media Tensión, incluso sellado de tubos en arquetas, medios auxiliares y pequeño material.                                                                                  |              |
|                 | TRES EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>3,31</b>  |



| UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                           | PRECIO       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| MI | <b>BANDA SEÑALIZADORA B.T.</b>                                                                                                                                                                                    |              |
|    | Banda plástica para señalización línea de M.T. según normas IBERDROLA S.A., colocada, incluso medios auxiliares y pequeño material.                                                                               |              |
|    | CERO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                      | <b>0,10</b>  |
| M2 | <b>REPAR. PAVIM. MORTERO</b>                                                                                                                                                                                      |              |
|    | M2. Reparación de pavimentos y soleras de hormigón (por cm. de espesor), con mortero monocomponente de fraguado rápido (45 minutos), PREREPAR P de COPSA ó similar, i/limpieza y saturación del soporte con agua. |              |
|    | CATORCE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                | <b>14,90</b> |

| <b>CAP. C02</b> |                                                                                                                                                                                    | <b>OBRA CIVIL GENERADOR</b> |  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--|
| UD              | RESUMEN                                                                                                                                                                            | PRECIO                      |  |
| MI              | <b>Perfil Metálico "Z" 100x2</b>                                                                                                                                                   |                             |  |
|                 | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE  |                             |  |
|                 | CUATRO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS                                                                                                                                           | <b>4,42</b>                 |  |
| MI              | <b>Perfil Metálico OMEGA 100x70x50x3</b>                                                                                                                                           |                             |  |
|                 | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE. |                             |  |
|                 | OCHO EUROS con SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                       | <b>8,06</b>                 |  |
| MI              | <b>Perfil Metálico OMEGA 100x70x41x3</b>                                                                                                                                           |                             |  |
|                 | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE. |                             |  |
|                 | SIETE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                   | <b>7,80</b>                 |  |
| MI              | <b>Perfil Metálico "L" 40x30x2</b>                                                                                                                                                 |                             |  |
|                 | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE. |                             |  |
|                 | DOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS                                                                                                                                                       | <b>2,09</b>                 |  |



| UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRECIO          |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| MI | <b>Placa fijación paneles chapa galvanizada 40x30x2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |
|    | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE.                                                                                                                                                                                                            |                 |
|    | CERO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>0,70</b>     |
| MI | <b>Perfil Metálico "C"- 200x10x2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
|    | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE.                                                                                                                                                                                                            |                 |
|    | OCHO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>8,89</b>     |
| UD | <b>Caseta inversores, Protección y Medida</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |
|    | Ud. Caseta para alojamiento de inversores y armarios de protección, tanto de continua como de alterna, y medida, prefabricada con perfilería metálica y chapa sándwich, de 3410x1100s500 mm., con puertas según planos y rejilla de ventilación, colocada sobre bancada colocación de canalizaciones eléctricas, tanto en acometida como línea de evacuación, según normativa de la Compañía. |                 |
|    | DOS MIL SEISCIENTOS UN EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>2.601,52</b> |

| <b>CAP. C03</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>ELECTRICIDAD GENERADOR FOTOVOLTAICO</b> |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| UD              | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRECIO                                     |
| UD              | <b>PANEL FOTOVOLTAICO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                            |
|                 | Panel Fotovoltaico tipo SUN EARTH TDB 1225x125-72-P, de 160 Wp, incluso conexiones, puesta en obra e instalación.                                                                                                                                                                                                                                      |                                            |
|                 | OCHENTA EUROS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>80,00</b>                               |
| UD              | <b>INVERSOR Sunny Tripower 10000 TL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                            |
|                 | Inversor de onda sinusoidal, para una potencia nominal de entrada de 10000 Wp y una potencia nominal de salida en alterna de 10.000 W, tipo SMA UNNYTRIPower 10000 TL, incluso protecciones de frecuencia, tensión y sobretensiones, incluso sistema de control mediante bus de comunicación y tarjetas maestro/esclavo, instalado y puesto en marcha. |                                            |
|                 | SIETE MIL CINCUENTA EUROS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>7.050,00</b>                            |



| UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | PRECIO       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| MI | <b>Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP100/30/0.7, 100x30</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
|    | Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP100/300/0.7, 100x30 mm o similar, de 100 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.7 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad. |              |
|    | SIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>7,70</b>  |
| MI | <b>Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP150/30/0.8, 150x30</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
|    | Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP150/300/0.8, 150x30 mm o similar, de 150 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.8 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad. |              |
|    | NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>9,46</b>  |
| MI | <b>Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP200/30/0.8, 200x30</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
|    | Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP200/300/0.8, 200x30 mm o similar, de 200 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.8 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad. |              |
|    | DIEZ EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>10,66</b> |
| MI | <b>Conductor cobre 1x2,5,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
|    | Conductor de cobre de 1x2,5, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad.                                                                                                                                                                                                                |              |
|    | CERO EUROS con DOCE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>0,12</b>  |



| UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | PRECIO          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| MI | <b>Conductor cobre 1x6,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |
|    | Conductor de cobre de 1x6, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad.                                                                                                   |                 |
|    | CERO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>0,30</b>     |
| MI | <b>Conductor Cu 3,5x16+T,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
|    | Conductor de cobre, de 3,5x16+T, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad.                                                                                             |                 |
|    | DOS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>2,95</b>     |
| UD | <b>CUADRO MEDIDA Y CONTROL GENERADRO FOTOVOLTAICO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
|    | Conjunto para equipamiento de generador fotovoltaico, formado por cuadros de protección (21 Uds) aptos para montaje exterior (IP65) con protección diferencial y magnetotérmica individual por líneas, Cuadro de conexiones, Protección magnetotérmica y diferencial general, contadores de entrada y salida, conjunto instalado y puesto en marcha. |                 |
|    | TRES MIL DOSCIENTOS DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>3.219,63</b> |
| UD | <b>Conjunto de medida ext. &gt;50 A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
|    | Conjunto de medida exterior para contratación inferior a 50 A. completo, con conjunto de tarificación por maxímetro, cableado interior para triple tarifa, fusibles de protección y bornas de conexión de acometida, instalado                                                                                                                       |                 |
|    | SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>747,21</b>   |
| MI | <b>Canalización Cu desnudo 35 mm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |
|    | Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> de sección, para puestas a tierra en línea de M.T. y C.T., incluso conexiones (picas, herrajes, armaduras, etc.), medios auxiliares y pequeño material, instalado.                                                                                                                                 |                 |
|    | CERO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>0,92</b>     |
| MI | <b>Red elect.ent. Al 3,5x95</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |
|    | Red de distribución de energía eléctrica, con conductor de Aluminio de 4x95, en tubo de pvc flexible 0100, tipo Canalflex o similar, en montaje enterrado, incluso tendido del tubo, introducción de conductores y conexión.                                                                                                                         |                 |
|    | ONCE EUROS con TRES CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>11,03</b>    |





## 5.2 CUADRO DE DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y HORMIGON

|           | CANTIDAD                                                                                                          | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                            | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------------|
|           |                                                                                                                   |    | <b>M3 EXCAV. MECAN. ZANJAS T. FLOJO</b>                                                                                                                                                                                            |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | Excavación con retroexcavadora, en terrenos de consistencia dura, en apertura de zanjas, hasta 1.5 m. de profundidad                                                                                                               |        |          |              |
|           | 0,100                                                                                                             | H. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                     | 6,34   | 0,63     |              |
|           | 0,050                                                                                                             | H. | Retroexcavadora                                                                                                                                                                                                                    | 14,53  | 0,73     |              |
|           | 1,000                                                                                                             | %. | Medios auxiliares...(s/total)                                                                                                                                                                                                      | 1,40   | 0,01     |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>TOTAL PARTIDA</b>                                                                                                                                                                                                               |        |          | <b>1,37</b>  |
|           | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS          |    |                                                                                                                                                                                                                                    |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>M3 RELLEN.ZANJAS HORMIGON H-175</b>                                                                                                                                                                                             |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | Relleno y extendido de zanjas con arena de río lavada e inerte, vertido con medios mecánicos y                                                                                                                                     |        |          |              |
| extendido | 0,100                                                                                                             | H. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                     | 6,34   | 0,63     |              |
|           | 1,000                                                                                                             | M3 | Hormigón H-175/40 de central                                                                                                                                                                                                       | 20,91  | 20,91    |              |
|           | 1,000                                                                                                             | %. | Medios auxiliares...(s/total)                                                                                                                                                                                                      | 21,50  | 0,22     |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>TOTAL PARTIDA</b>                                                                                                                                                                                                               |        |          | <b>21,76</b> |
|           | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS     |    |                                                                                                                                                                                                                                    |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>M3 RELLEN.Y COMPAC. MANO S/APORT</b>                                                                                                                                                                                            |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios manuales en tongadas de 30 cm. de                                                                                                                                           |        |          |              |
| espesor   | 1,250                                                                                                             | H. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                     | 6,34   | 7,93     |              |
|           | 1,000                                                                                                             | M3 | Agua                                                                                                                                                                                                                               | 0,13   | 0,13     |              |
|           | 1,000                                                                                                             | %. | Medios auxiliares...(s/total)                                                                                                                                                                                                      | 8,10   | 0,08     |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>TOTAL PARTIDA</b>                                                                                                                                                                                                               |        |          | <b>8,14</b>  |
|           | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS                |    |                                                                                                                                                                                                                                    |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>Ud ARQUETA LINEA A.T 0.60x0.60x1,10</b>                                                                                                                                                                                         |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | Arqueta para línea subterránea de Media Tensión de 0.60x0.60x1,10 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón |        |          |              |
|           | 2,400                                                                                                             | H. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                    | 7,50   | 18,00    |              |
|           | 2,400                                                                                                             | H. | Peón especializado                                                                                                                                                                                                                 | 7,10   | 17,04    |              |
|           | 0,150                                                                                                             | M3 | HORMIGON H-175 Kg/cm2 Tmax.40                                                                                                                                                                                                      | 25,37  | 3,81     |              |
|           | 0,300                                                                                                             | M3 | MORTERO CEMENTO 1/6 M-40                                                                                                                                                                                                           | 24,56  | 7,37     |              |
|           | 0,070                                                                                                             | M3 | MORTERO CEMENTO 1/2                                                                                                                                                                                                                | 18,71  | 1,31     |              |
|           | 12,000                                                                                                            | Kg | Acero corr.u.elabor.y colocado                                                                                                                                                                                                     | 0,25   | 3,00     |              |
|           | 10,000                                                                                                            | Kg | Acero laminado A-42b                                                                                                                                                                                                               | 0,15   | 1,50     |              |
|           | 130,000                                                                                                           | Ud | Ladrillo macizo 25x12x7                                                                                                                                                                                                            | 0,02   | 2,60     |              |
|           | 1,000                                                                                                             | %. | Medios auxiliares...(s/total)                                                                                                                                                                                                      | 54,60  | 0,55     |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>TOTAL PARTIDA</b>                                                                                                                                                                                                               |        |          | <b>55,18</b> |
|           | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CINCO EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS |    |                                                                                                                                                                                                                                    |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>MI TUBERIA PVC 160 mm. S/HORMIGON</b>                                                                                                                                                                                           |        |          |              |
|           |                                                                                                                   |    | Tubería de PVC de 160 mm. de diámetro s/hormigón H-175 Kg/cm2. pero sin este, con juntas                                                                                                                                           |        |          |              |
| estancas, | 0,150                                                                                                             | H. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                    | 7,50   | 1,13     |              |
|           | 0,150                                                                                                             | H. | Peón especializado                                                                                                                                                                                                                 | 7,10   | 1,07     |              |
|           | 1,050                                                                                                             | MI | Tubería PVC D=160                                                                                                                                                                                                                  | 0,41   | 0,43     |              |
|           | 0,150                                                                                                             | Kg | Pegamento PVC                                                                                                                                                                                                                      | 4,36   | 0,65     |              |
|           | 1,000                                                                                                             | %. | Medios auxiliares...(s/total)                                                                                                                                                                                                      | 3,30   | 0,03     |              |
|           |                                                                                                                   |    | <b>TOTAL PARTIDA</b>                                                                                                                                                                                                               |        |          | <b>3,31</b>  |
|           | Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS           |    |                                                                                                                                                                                                                                    |        |          |              |



| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE     |
|----------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
|                            | MI | <b>BANDA SEÑALIZADORA A.T.</b><br>Banda plástica para señalización línea de M.T. según normas IBERDROLA S.A., colocada |        |          |             |
| 0,010                      | H. | Peón especializado                                                                                                     | 7,10   | 0,07     |             |
| 1,000                      | ML | Banda plástica señalización A.T.                                                                                       | 0,03   | 0,03     |             |
| 1,000                      | %  | Medios auxiliares...(s/total)                                                                                          | 0,10   | 0,00     |             |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                        |        |          | <b>0,10</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                           | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE      |
|----------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------------|
|                            | M2 | <b>REPAR. PAVIM. MORTERO</b><br>M2. Reparación de pavimentos y soleras de hormigón (por cm. de espesor), con mortero monocomponente de fraguado rápido (45 minutos), PREREPAR P de COPSA ó similar, i/limpieza y saturación del soporte con agua. |        |          |              |
| 0,250                      | Hr | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                       | 34,90  | 8,73     |              |
| 5,000                      | Kg | Mortero PREREPAR P                                                                                                                                                                                                                                | 0,34   | 1,70     |              |
| 3,000                      | M3 | Agua                                                                                                                                                                                                                                              | 1,44   | 4,32     |              |
| 1,000                      | %  | Costes indirectos...(s/total)                                                                                                                                                                                                                     | 14,80  | 0,15     |              |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |          | <b>14,90</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

### CAPITULO C02 OBRA CIVIL GENERADOR

| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                                      | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE     |
|----------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
|                            | ml | <b>Perfil Metálico "Z" 100x2</b><br>Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura |        |          |             |
| 0,010                      | Hr | Montaje estruc.metál.                                                                                                                        | 16,00  | 0,16     |             |
| 2,930                      | Kg | Chapa galvanizada plegada                                                                                                                    | 1,25   | 3,66     |             |
| 0,250                      | Ud | Tornillería y varios                                                                                                                         | 1,00   | 0,25     |             |
| 0,010                      | Hr | Manipulador telesc. 3.200Kg/12,0 m.                                                                                                          | 21,58  | 0,22     |             |
| 3,000                      | %  | Costes indirectos...(s/total)                                                                                                                | 4,30   | 0,13     |             |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                                              |        |          | <b>4,42</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                                              | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE     |
|----------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
|                            | ml | <b>Perfil Metálico OMEGA 100x70x50x3</b><br>Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura |        |          |             |
| 0,010                      | Hr | Montaje estruc.metál.                                                                                                                                | 16,00  | 0,16     |             |
| 5,760                      | Kg | Chapa galvanizada plegada                                                                                                                            | 1,25   | 7,20     |             |
| 0,250                      | Ud | Tornillería y varios                                                                                                                                 | 1,00   | 0,25     |             |
| 0,010                      | Hr | Manipulador telesc. 3.200Kg/12,0 m.                                                                                                                  | 21,58  | 0,22     |             |
| 3,000                      | %  | Costes indirectos...(s/total)                                                                                                                        | 7,80   | 0,23     |             |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                                                      |        |          | <b>8,06</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SEIS CÉNTIMOS

| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                                               | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE     |
|----------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
|                            | ml | <b>Perfil Metálico OMEGA 100x70x41x3</b><br>Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, |        |          |             |
| 0,010                      | Hr | Montaje estruc.metál.                                                                                                                                 | 16,00  | 0,16     |             |
| 5,550                      | Kg | Chapa galvanizada plegada                                                                                                                             | 1,25   | 6,94     |             |
| 0,250                      | Ud | Tornillería y varios                                                                                                                                  | 1,00   | 0,25     |             |
| 0,010                      | Hr | Manipulador telesc. 3.200Kg/12,0 m.                                                                                                                   | 21,58  | 0,22     |             |
| 3,000                      | %  | Costes indirectos...(s/total)                                                                                                                         | 7,60   | 0,23     |             |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                                                       |        |          | <b>7,80</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS



| CANTIDAD | UD | RESUMEN                                                                                                                                                | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------|
|          | ml | <b>Perfil Metálico "L" 40x30x2</b><br>Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. |        |          |         |
| 0,010    | Hr | Montaje estruc.metál.                                                                                                                                  | 16,00  | 0,16     |         |
| 1,120    | Kg | Chapa galvanizada plegada                                                                                                                              | 1,25   | 1,40     |         |
| 0,250    | Ud | Tornillería y varios                                                                                                                                   | 1,00   | 0,25     |         |
| 0,010    | Hr | Manipulador telesc. 3.200Kg/12,0 m.                                                                                                                    | 21,58  | 0,22     |         |
| 3,000    | %  | Costes indirectos...(s/total)                                                                                                                          | 2,00   | 0,06     |         |

**TOTAL PARTIDA ..... 2,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

|       |    |                                                                                                                                                                             |       |      |  |
|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--|
|       | ml | <b>Placa fijación paneles chapa galvanizada 40x30x2</b><br>Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. |       |      |  |
| 0,010 | Hr | Montaje estruc.metál.                                                                                                                                                       | 16,00 | 0,16 |  |
| 0,040 | Kg | Chapa galvanizada plegada                                                                                                                                                   | 1,25  | 0,05 |  |
| 0,250 | Ud | Tornillería y varios                                                                                                                                                        | 1,00  | 0,25 |  |
| 0,010 | Hr | Manipulador telesc. 3.200Kg/12,0 m.                                                                                                                                         | 21,58 | 0,22 |  |
| 3,000 | %  | Costes indirectos...(s/total)                                                                                                                                               | 0,70  | 0,02 |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 0,70**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SETENTA

CÉNTIMOS

|       |    |                                                                                                                                                                                                                               |       |      |  |
|-------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--|
|       | ml | <b>Perfil Metálico "C"- 200x10x2</b><br>Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p.<br>de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE. |       |      |  |
| 0,010 | Hr | Montaje estruc.metál.                                                                                                                                                                                                         | 16,00 | 0,16 |  |
| 6,400 | Kg | Chapa galvanizada plegada                                                                                                                                                                                                     | 1,25  | 8,00 |  |
| 0,250 | Ud | Tornillería y varios                                                                                                                                                                                                          | 1,00  | 0,25 |  |
| 0,010 | Hr | Manipulador telesc. 3.200Kg/12,0 m.                                                                                                                                                                                           | 21,58 | 0,22 |  |
| 3,000 | %  | Costes indirectos...(s/total)                                                                                                                                                                                                 | 8,60  | 0,26 |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 8,89**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**Ud Caseta inversores, Protección y Medida**

|       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |  |
|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|--|
|       | Ud | <b>Caseta inversores, Protección y Medida</b><br>Ud. Caseta para alojamiento de inversores y armarios de protección, tanto de continua como de alterna, y medida, prefabricada con perfiles metálicos y chapa sándwich, de 3410x1100x500 mm., con puertas según planos y rejilla de ventilación, colocada sobre bancada colocación de canalizaciones eléctricas |          |          |  |
| 0,250 | Hr | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 9,59     | 2,40     |  |
| 0,500 | Hr | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 9,27     | 4,64     |  |
| 0,200 | M3 | Hormigón HM-20/P/40/ I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 51,13    | 10,23    |  |
| 1,200 | M2 | Encofrado en cimientos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4,87     | 5,84     |  |
| 2,400 | MI | Tubo PVC corrug.D=110mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,10     | 2,64     |  |
| 1,000 | Ud | Caseta inversores, Protección y Medida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2.500,00 | 2.500,00 |  |
| 3,000 | %  | Costes indirectos...(s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2.525,80 | 75,77    |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 2.601,52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTOS UN EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

**CAPÍTULO C03 ELECTRICIDAD GENERADOR FOTOVOLTAICO**

|       |    |                                                                                                                                    |       |       |  |
|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--|
|       | UD | <b>PANEL FOTOVOLTAICO</b><br>Panel Fotovoltaico tipo SUN EARTH TDB 1225x125-72-P, de 160 Wp, incluso conexiones,<br>puesta en obra |       |       |  |
| 1,000 |    | PANEL FOTOVOLTAICO                                                                                                                 | 80,00 | 80,00 |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 80,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA EUROS



| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRECIO   | SUBTOTAL | IMPORTE         |
|----------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------|
|                            | UD | <b>INVERSOR Sunny Tripower 10000 TL</b><br>Inversor de onda sinusoidal, para una potencia nominal de entrada de 10000 Wp y una potencia nominal de salida en alterna de 10.000 W, tipo SMA UNNYTRIPower 10000 TL, incluso protecciones de frecuencia, tensión y sobretensiones, incluso sistema de control mediante bus de comunicación y tarjetas maestro/esclavo, instalado |          |          |                 |
| 1,000                      | UD | INVERSOR Sunny TRIPower 10.000 TL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7.050,00 | 7.050,00 |                 |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |          | <b>7.050,00</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL CINCUENTA EUROS

| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE     |
|----------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
|                            |    | <b>ML. Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP100/30/0.7, 100x30</b><br>Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP100/300/0.7, 100x30 mm o similar, de 100 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.7 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad |        |          |             |
| 0,150                      | H  | Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9,56   | 1,43     |             |
| 1,000                      | ml | Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP100/30/0.7, 100x30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4,03   | 4,03     |             |
| 0,300                      | Ud | Accesorios Bandeja Galvanizada FRAN BP/100x0.7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5,41   | 1,62     |             |
| 2,000                      | Ud | Tacos y tirafondos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,02   | 0,04     |             |
| 4,000                      | %  | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7,10   | 0,28     |             |
| 4,000                      | %  | Medios auxiliares                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7,40   | 0,30     |             |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |          | <b>7,70</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE     |
|----------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
|                            |    | <b>ML. Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP150/30/0.8, 150x30</b><br>Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP150/300/0.8, 150x30 mm o similar, de 150 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.8 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad |        |          |             |
| 0,150                      | H  | Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9,56   | 1,43     |             |
| 1,000                      | ml | Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP150/30/0.8, 150x30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5,38   | 5,38     |             |
| 0,300                      | Ud | Accesorios Bandeja Galvanizada FRAN BP/150x0.8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6,34   | 1,90     |             |
| 2,000                      | Ud | Tacos y tirafondos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,02   | 0,04     |             |
| 4,000                      | %  | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8,80   | 0,35     |             |
| 4,000                      | %  | Medios auxiliares                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 9,10   | 0,36     |             |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |          | <b>9,46</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

| CANTIDAD                   | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE      |
|----------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------------|
|                            |    | <b>ML. Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP200/30/0.8, 200x30</b><br>Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP200/300/0.8, 200x30 mm o similar, de 200 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.8 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad |        |          |              |
| 0,150                      | H  | Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9,56   | 1,43     |              |
| 1,000                      | ml | Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP200/30/0.8, 200x30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6,28   | 6,28     |              |
| 0,300                      | Ud | Accesorios Bandeja Galvanizada FRAN BP/200x0.8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7,00   | 2,10     |              |
| 2,000                      | Ud | Tacos y tirafondos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,02   | 0,04     |              |
| 4,000                      | %  | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 9,90   | 0,40     |              |
| 4,000                      | %  | Medios auxiliares                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 10,30  | 0,41     |              |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |          | <b>10,66</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS



| CANTIDAD                                                                                                                            | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PRECIO   | SUBTOTAL | IMPORTE         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------|
|                                                                                                                                     | ml | <b>Conductor cobre 1x2,5,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b><br>Conductor de cobre de 1x2,5, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad.                                                             |          |          |                 |
| 0,002                                                                                                                               | H  | Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9,56     | 0,02     |                 |
| 1,000                                                                                                                               | ml | Conductor cobre 1x2,5, 750 V., H07V-U, UNE 20432.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,10     | 0,10     |                 |
| 4,000                                                                                                                               | %  | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,10     | 0,00     |                 |
| 4,000                                                                                                                               | %  | Medios auxiliares                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,10     | 0,00     |                 |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          | <b>0,12</b>     |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DOCE CÉNTIMOS                                     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          |                 |
|                                                                                                                                     | ml | <b>Conductor cobre 1x6,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b><br>Conductor de cobre de 1x6, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad                                                                  |          |          |                 |
| 0,002                                                                                                                               | H  | Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9,56     | 0,02     |                 |
| 1,000                                                                                                                               | ml | Conductor cobre 1x6, 750 V., H07V-R, UNE 20432.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,26     | 0,26     |                 |
| 4,000                                                                                                                               | %  | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,30     | 0,01     |                 |
| 4,000                                                                                                                               | %  | Medios auxiliares                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,30     | 0,01     |                 |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          | <b>0,30</b>     |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS                                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          |                 |
|                                                                                                                                     | ml | <b>Conductor Cu 3,5x16+T,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b><br>Conductor de cobre, de 3,5x16+T, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad                                                          |          |          |                 |
| 0,050                                                                                                                               | H  | Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9,56     | 0,48     |                 |
| 1,000                                                                                                                               | ml | Cond. cobre 3,5x16, 0.6/1 Kv, Polietileno Reticulado, VR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,25     | 2,25     |                 |
| 4,000                                                                                                                               | %  | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2,70     | 0,11     |                 |
| 4,000                                                                                                                               | %  | Medios auxiliares                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2,80     | 0,11     |                 |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          | <b>2,95</b>     |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          |                 |
|                                                                                                                                     | UD | <b>CUADRO MEDIDA Y CONTROL GENERADRO FOTOVOLTAICO</b><br>Conjunto para equipamiento de generador fotovoltaico, formado por cuadros de protección (21 Uds) aptos para montaje exterior (IP65) con protección diferencial y magnetotérmica individual por líneas, Cuadro de conexiones, Protección magnetotérmica y diferencial general, contadores de entrada y salida, conjunto instalado |          |          |                 |
| 1,000                                                                                                                               | UD | CUADRO MEDIDA Y PROTECCION GENERADOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3.219,63 | 3.219,63 |                 |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          | <b>3.219,63</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL DOSCIENTOS DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          |                 |
|                                                                                                                                     | Ud | <b>Conjunto de medida ext. &gt;50 A</b><br>Conjunto de medida exterior para contratación inferior a 50 A. completo, con conjunto de tarificación por maxímetro                                                                                                                                                                                                                            |          |          |                 |
| 3,500                                                                                                                               | H  | Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9,56     | 33,46    |                 |
| 1,000                                                                                                                               | Ud | Conjunto de medida ext. <50 A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 685,01   | 685,01   |                 |
| 4,000                                                                                                                               | %  | Medios auxiliares                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 718,50   | 28,74    |                 |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          | <b>747,21</b>   |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |          |                 |



| CANTIDAD                                                                                                 | UD    | RESUMEN                                                                                                                                                | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------------|
|                                                                                                          | ml    | <b>Canalización Cu desnudo 35 mm</b><br>Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> de sección,<br>para puestas a tierra en línea de M.T. y C.T. |        |          |              |
| 0,010                                                                                                    | H     | Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                                | 36,46  | 0,36     |              |
| 1,000                                                                                                    | ml    | Cond. cobre desnudo 50 mm                                                                                                                              | 0,52   | 0,52     |              |
| 4,000                                                                                                    | %     | Medios auxiliares                                                                                                                                      | 0,90   | 0,04     |              |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                               |       |                                                                                                                                                        |        |          | <b>0,92</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS |       |                                                                                                                                                        |        |          |              |
|                                                                                                          | MI    | <b>Red elect.ent. Al 3,5x95</b><br>Red de distribución de energía eléctrica, con conductor de Aluminio de 4x95, en tubo de pvc                         |        |          |              |
| flexible 0100,                                                                                           | 0,200 | H Cuadrilla Instalaciones                                                                                                                              | 9,56   | 1,91     |              |
|                                                                                                          | 4,000 | ml Cond. Aluminio 1x95, 0.6/1 Kv, Polietileno Reticulado, XLPE                                                                                         | 1,80   | 7,20     |              |
|                                                                                                          | 1,000 | ml Tubo Polietileno, D. P(int. Lisa) s/NFC68-171, Serie 7 Dn90/78                                                                                      | 1,09   | 1,09     |              |
|                                                                                                          | 4,000 | % Pequeño material                                                                                                                                     | 10,20  | 0,41     |              |
|                                                                                                          | 4,000 | % Medios auxiliares                                                                                                                                    | 10,60  | 0,42     |              |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                               |       |                                                                                                                                                        |        |          | <b>11,03</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con TRES CÉNTIMOS          |       |                                                                                                                                                        |        |          |              |



### 5.3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

#### CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y HORMIGON

| RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
| <b>M3 EXCAV. MECAN. ZANJAS T. FLOJO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |          |         |        |           |          |        |               |
| Excavación con retroexcavadora, en terrenos de consistencia dura, en apertura de zanjas, hasta 1.5 m. de profundidad, con extracción de tierras a los bordes.                                                                                                                                             | 1   | 4,00     | 0,40    | 0,90   |           | 1,44     |        |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          | 1,44   | 1,37 1,97     |
| <b>M3 RELLEN.ZANJAS HORMIGON H-175</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |          |         |        |           |          |        |               |
| Relleno y extendido de zanjas con arena de rio lavada e inerte, vertido con medios mecánicos y extendido por medios manuales, hasta 50 cm. de altura, incluso medios auxiliares y pequeño material.                                                                                                       | 1   | 4,00     | 0,40    | 0,40   |           | 0,64     |        |               |
| ZANJAS CALLE                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          | 0,64   | 21,76 13,93   |
| <b>M3 RELLEN.Y COMPAC. MANO S/APORT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |          |         |        |           |          |        |               |
| Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios manuales en tongadas de 30 cm. de espesor i/regado de las mismas, sin aporte de tierras.                                                                                                                                                           | 1   | 4,00     | 0,40    | 0,40   |           | 0,64     |        |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          | 0,64   | 8,14 5,21     |
| <b>Ud ARQUETA LINEA A.T 0.60x0.60x1,10</b>                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           |          |        |               |
| Arqueta para línea subterránea de Media Tensión de 0.60x0.60x1,10 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón H-175 Kg/cm2 con drenaje, tapa de hormigón armado, S/normas IBERDROLA. | 1   |          |         |        |           | 1,00     |        |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          | 1,00   | 55,18 55,18   |
| <b>MI TUBERIA PVC 160 mm. S/HORMIGON</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |        |               |
| Tubería de PVC de 160 mm. de diámetro s/hormigón H-175 Kg/cm2. pero sin este, con juntas estancas, para línea subterránea de Media Tensión, incluso sellado de tubos en arquetas, medios auxiliares y pequeño material.                                                                                   | 2   | 4,00     |         |        |           | 8,00     |        |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          | 8,00   | 3,31 26,48    |
| <b>MI BANDA SEÑALIZADORA A.T.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |          |         |        |           |          |        |               |
| Banda plástica para señalización línea de M.T. según normas IBERDROLA S.A., colocada, incluso medios auxiliares y pequeño material.                                                                                                                                                                       | 1   | 4,00     |         |        |           | 4,00     |        |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          | 4,00   | 0,10 0,40     |
| <b>M2 REPAR. PAVIM. MORTERO PREREPAR P</b>                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           |          |        |               |
| M2. Reparación de pavimentos y soleras de hormigón (por cm. de espesor), con mortero monocomponente de fraguado rápido (45 minutos), PREREPAR P de COPSA ó similar, i/limpieza y saturación del soporte con agua.                                                                                         | 1   | 4,00     | 0,40    | 15,00  |           | 24,00    |        |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          | 24,00  | 14,90 357,60  |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y HORMIGON.....</b>                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        | <b>460,77</b> |



**CAPÍTULO C02 OBRA CIVIL GENERADOR**

| RESUMEN | ml | Perfil Metálico "Z" 100x2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE           |
|---------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------------|
|         |    | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE.                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Perfil ZF 200x2 (6.352 Kg/m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 11  | 6,00     |         |        |           | 66,00    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 11  | 6,00     |         |        |           | 66,00    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          | 132,00 | 4,42 583,44       |
|         |    | <b>ml Perfil Metálico OMEGA 100x70x50x3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE.                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Perfil Metálico OMEGA 100x70x50x3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10  | 5,61     |         |        |           | 56,10    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10  | 4,90     |         |        |           | 49,00    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10  | 4,78     |         |        |           | 47,80    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10  | 4,90     |         |        |           | 49,00    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10  | 4,56     |         |        |           | 45,60    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          | 247,50 | 8,06 1.994,85     |
|         |    | <b>ml Perfil Metálico OMEGA 100x70x41x3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE.                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Perfil Metálico OMEGA 100x70x41x3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 50  | 0,20     |         |        |           | 10,00    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          | 10,00  | 7,80 78,00        |
|         |    | <b>ml Perfil Metálico "L" 40x30x2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE.                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Perfil Metálico "L" 40x30x2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 55  | 0,51     |         |        |           | 28,05    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 55  | 0,83     |         |        |           | 45,65    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 11  | 1,55     |         |        |           | 17,05    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 11  | 0,76     |         |        |           | 8,36     |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          | 99,11  | 2,09 207,14       |
|         |    | <b>ml Placa fijación paneles chapa galvanizada 40x30x2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE.                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10  | 29,00    |         |        |           | 290,00   |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10  | 2,00     |         |        |           | 20,00    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          | 310,00 | 0,70 217,00       |
|         |    | <b>ml Perfil Metálico "C"- 200x10x2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Kg. Acero laminado en perfiles S275JR, colocado en elementos estructurales aislados, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE.                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Bandeja portacables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1   | 6,00     |         |        |           | 6,00     |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1   | 10,00    |         |        |           | 10,00    |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          | 16,00  | 8,89 142,24       |
|         |    | <b>Ud Caseta inversores, Protección y Medida</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    | Ud. Caseta para alojamiento de inversores y armarios de protección, tanto de continua como de alterna, y medida, prefabricada con perfilera metálica y chapa sándwich, de 3410x1100s500 mm., con puertas según planos y rejilla de ventilación, colocada sobre bancada colocación de canalizaciones eléctricas, tanto en acometida como línea de evacuación, según normativa de la Compañía. |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1   |          |         |        |           | 1,00     |        |                   |
|         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          | 1,00   | 2.601,52 2.601,52 |





TOTAL CAPÍTULO C02 OBRA CIVIL GENERADOR ..... 5.824,19

**CAPÍTULO C03 ELECTRICIDAD GENADOR FOTOVOLTAICO**

| RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|--------------------|
| <b>UD PANEL FOTOVOLTAICO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |          |         |        |           |          |        |                    |
| Panel Fotovoltaico tipo SUN EARTH TDB 1225x125-72-P, de 160 Wp, incluso conexiones, puesta en obra e instalación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 150 |          |         |        |           | 150,00   |        |                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |          |         |        |           |          | 150,00 | 80,00 12.000,00    |
| <b>UD INVERSOR Sunny Tripower 10000 TL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |          |         |        |           |          |        |                    |
| Inversor de onda sinusoidal, para una potencia nominal de entrada de 10000 Wp y una potencia nominal de salida en alterna de 10.000 W, tipo SMA UNNYTRIPower 10000 TL, incluso protecciones de frecuencia, tensión y sobreintensidades, incluso sistema de control mediante bus de comunicación y tarjetas maestro/esclavo, instalado y puesto en marcha.                                                                                                           | 2   |          |         |        |           | 2,00     |        |                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |          |         |        |           |          | 2,00   | 7.050,00 14.100,00 |
| <b>ML Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP100/30/0.7, 100x30</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |        |                    |
| Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP100/300/0.7, 100x30 mm o similar, de 100 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.7 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad. | 5   | 1,00     |         |        |           | 5,00     |        |                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |          |         |        |           |          | 5,00   | 7,70 38,50         |
| <b>ML Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP150/30/0.8, 150x30</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |        |                    |
| Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP150/300/0.8, 150x30 mm o similar, de 150 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.8 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad. | 3   | 3,00     |         |        |           | 9,00     |        |                    |
| ARMARIO DE INVERSORES,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4   | 0,80     |         |        |           | 3,20     |        |                    |
| PROTECCION Y MEDIDA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |          |         |        |           |          | 12,20  | 9,46 115,41        |
| <b>ML Bandeja Galvanizada perforada FRAM, BP200/30/0.8, 200x30</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |        |                    |
| Bandeja portacables metálica, galvanizada, perforada, tipo FRAN ESPAÑA mod BP200/300/0.8, 200x30 mm o similar, de 200 mm de ancho, 30 mm de altura, y 0.8 mm de espesor, para tendido de canalizaciones eléctricas, incluso p/p piezas especiales (soportes, ángulos, empalmes, etc.), tendida con una distancia máxima entre soportes de 1,5 m ( $f \leq L/100$ ), fijación, colocación de conductores, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad. | 1   | 14,00    |         |        |           | 14,00    |        |                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |          |         |        |           |          | 14,00  | 10,66 149,24       |



| RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------------|
| <b>I m Conductor cobre 1x2,5,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |          |         |        |           |          |        |                   |
| Conductor de cobre de 1x2,5, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad.                                                                                                 |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5   | 25,00    |         |        |           | 125,00   |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 15  | 13,00    |         |        |           | 195,00   |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 21  | 1,00     |         |        |           | 21,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2   | 14,00    |         |        |           | 28,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2   | 11,00    |         |        |           | 22,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2   | 9,00     |         |        |           | 18,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2   | 6,00     |         |        |           | 12,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2   | 4,00     |         |        |           | 8,00     |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10  | 6,00     |         |        |           | 60,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10  | 9,50     |         |        |           | 95,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10  | 3,00     |         |        |           | 30,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          | 614,00 | 0,12 73,68        |
| <b>ml Conductor cobre 1x6,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |          |         |        |           |          |        |                   |
| Conductor de cobre de 1x6, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad.                                                                                                   |     |          |         |        |           |          |        |                   |
| ARMARIO DE INVERSORES, PROTECCION Y MEDIDA                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4   | 3,00     |         |        |           | 12,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4   | 3,00     |         |        |           | 12,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          | 24,00  | 0,30 7,20         |
| <b>ml Conductor Cu 3,5x16+T,0,6/1 Kv,Poliet. Reticulado,VR,instalado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |                   |
| Conductor de cobre, de 3,5x16+T, con aislamiento de 0.6/1 Kv de Polietileno Reticulado, tipo VR, UNE 20432.1 tipo SAENGER o similar, instalado en canalización eléctrica, incluso conexiones, medios auxiliares, pequeño material y medios de seguridad.                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1   | 10,00    |         |        |           | 10,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          | 10,00  | 2,95 29,50        |
| <b>UD CUADRO MEDIDA Y CONTROL GENERADRO FOTOVOLTAICO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |                   |
| Conjunto para equipamiento de generador fotovoltaico, formado por cuadros de protección (21 Uds) aptos para montaje exterior (IP65) con protección diferencial y magnetotérmica individual por líneas, Cuadro de conexiones, Protección magnetotérmica y diferencial general, contadores de entrada y salida, conjunto instalado y puesto en marcha. |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1   |          |         |        |           | 1,00     |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          | 1,00   | 3.219,63 3.219,63 |
| <b>Ud Conjunto de medida ext. &gt;50 A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        |                   |
| Conjunto de medida exterior para contratación inferior a 50 A. completo, con conjunto de tarificación por maxímetro, cableado interior para triple tarifa, fusibles de protección y bornas de conexión de acometida, instalado.                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1   |          |         |        |           | 1,00     |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          | 1,00   | 747,21 747,21     |
| <b>ml Canalización Cu desnudo 35 mm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          |        |                   |
| Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> de sección, para puestas a tierra en línea de M.T. y C.T., incluso conexiones (picas, herrajes, armaduras, etc.), medios auxiliares y pequeño material, instalado.                                                                                                                                 |     |          |         |        |           |          |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5   | 25,00    |         |        |           | 125,00   |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1   | 15,00    |         |        |           | 15,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1   | 6,00     |         |        |           | 6,00     |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1   | 12,00    |         |        |           | 12,00    |        |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          | 158,00 | 0,92 145,36       |



| RESUMEN                                                                                                                                                                                                                       | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
| I                                                                                                                                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |                  |
| M                                                                                                                                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |                  |
| Red elect.ent. AI 3,5x95                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          |        |                  |
| Red de distribución de energía eléctrica, con conductor de Aluminio de 4x95, en tubo de pvc flexible 0100, tipo Canalflex o similar, en montaje enterrado , incluso tendido del tubo, introducción de conductores y conexión. | 1   | 6,00     |         |        |           | 6,00     | 11,03  | 66,18            |
|                                                                                                                                                                                                                               |     |          |         |        |           |          |        |                  |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C03 ELECTRICIDAD GENERADOR FOTOVOLTAICO.....</b>                                                                                                                                                            |     |          |         |        |           |          |        | <b>30.691,91</b> |
| <b>TOTAL .....</b>                                                                                                                                                                                                            |     |          |         |        |           |          |        | <b>36.976,87</b> |

Soria, Julio de 2014

Fdo.: Silvia Sacristán Benito  
Grado en Ingeniería Forestal



## 5.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| CAPÍTULO | RESUMEN                              | EUROS            | %     |
|----------|--------------------------------------|------------------|-------|
| C01      | MOVIMIENTO DE TIERRAS Y HORMIGÓN     | 460,44           | 1,25  |
| C02      | OBRA CIVIL GENERADOR                 | 5.840,19         | 15,75 |
| C03      | ELECTRICIDAD GENERADOR FOTOVOLTAICO  | 30.691,91        | 83,00 |
|          | <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>      | <b>36.976,87</b> |       |
|          | 13,00% Gastos generales              | 4.806,99         |       |
|          | 6,00% Beneficio industrial           | 2.218,61         |       |
|          | SUMA DE G.G. Y B.I.                  | 7.025,60         |       |
|          | 21,00% IVA                           | 9.240,52         |       |
|          | <b>TOTAL PRESUPUESTO DE CONTRATA</b> | <b>53.242,99</b> |       |

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **CINCUENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.**

Soria, Julio de 2014

Fdo.: Silvia Sacristán Benito

Grado en Ingeniería Forestal