



Universidad de Valladolid

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,
Agronómica y de la Energía**

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR EN EL HOTEL –
RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE
SORIA**

~~~~~

**AUTORA: JENIFFER CAROLINA BASTIDAS CUENCA**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: LUIS HERNÁNDEZ CALLEJO**

**ALBERTO G. REDONDO PLAZA**

**SORIA, 20 DE SEPTIEMBRE DE 2023**

# RESUMEN EJECUTIVO

**TÍTULO:** Proyecto para la mejora de la eficiencia energética mediante el uso de tecnología solar en el hotel-restaurante Campos de Castilla, ubicado en la provincia de Soria.

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Agrícola y Forestal

**TUTOR:** Luis Hernández Callejo

**COTUTOR:** Alberto Redondo Plaza

El objetivo del proyecto es la instalación de un sistema fotovoltaico híbrido sobre cubierta en un hotel-restaurante ubicado en la ciudad de Soria, concretamente en el barrio. Esta instalación se mantendrá conectada a red con el fin de producir energía eléctrica y energía térmica (gracias a su dualidad) para el autoconsumo.

De esta forma, se consigue disminuir los costes en energía y fomentar el uso de una energía limpia y renovable.

En el presente proyecto se desarrolla la instalación de un sistema generador de energía basado en la tecnología fotovoltaica híbrida, conectada a red. Además, se concretan todos los elementos que la componen y el procedimiento para llevar a cabo el proyecto, teniendo en cuenta la legislación y normativa vigente en España.



## DOCUMENTOS DEL PROYECTO

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DOCUMENTO Nº1: MEMORIA .....</b>                                    | <b>1</b>  |
| <b>1. OBJETO DEL PROYECTO .....</b>                                    | <b>1</b>  |
| <b>2. ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>                                   | <b>1</b>  |
| <b>3. ANTECEDENTES .....</b>                                           | <b>1</b>  |
| <b>3.1 Motivaciones .....</b>                                          | <b>1</b>  |
| <b>3.2 Localización.....</b>                                           | <b>2</b>  |
| <b>3.3 Agentes.....</b>                                                | <b>3</b>  |
| <b>3.4 Características generales.....</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>4. LEGISLACIÓN APLICABLE.....</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>4.1 Legislación eléctrica aplicable.....</b>                        | <b>3</b>  |
| <b>4.2 Legislación de seguridad e higiene aplicable.....</b>           | <b>4</b>  |
| <b>5. DEFINICIONES.....</b>                                            | <b>5</b>  |
| <b>6. BASES DEL PROYECTO.....</b>                                      | <b>6</b>  |
| <b>6.1 Condicionantes del promotor.....</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>6.2 Condicionantes en el diseño.....</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....</b>                                 | <b>7</b>  |
| <b>8. INSTALACIÓN HÍBRIDA Y SUS COMPONENTES.....</b>                   | <b>8</b>  |
| <b>8.1 Funcionamiento y diseño de la instalación .....</b>             | <b>8</b>  |
| <b>8.2 Descripción de los equipos .....</b>                            | <b>9</b>  |
| <b>8.2.1 Estructura de soporte de los módulos.....</b>                 | <b>9</b>  |
| <b>8.2.2 Módulo fotovoltaico híbrido.....</b>                          | <b>9</b>  |
| .....                                                                  | <b>9</b>  |
| <b>8.2.3 Inversor.....</b>                                             | <b>9</b>  |
| <b>8.2.4 Contador .....</b>                                            | <b>10</b> |
| <b>8.2.5 Depósito acumulador de agua .....</b>                         | <b>10</b> |
| <b>9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN. DIAGRAMA DE GANTT.....</b> | <b>11</b> |
| <b>9.1 Consideraciones previas.....</b>                                | <b>11</b> |
| <b>9.2 Instalación del sistema solar híbrido .....</b>                 | <b>11</b> |

|     |                                                            |           |
|-----|------------------------------------------------------------|-----------|
| 9.3 | Diagrama de Gantt .....                                    | 12        |
| 9.4 | Puesta en marcha.....                                      | 13        |
| 9.5 | Legalización del sistema fotovoltaico conectado a red..... | 14        |
| 10. | <b>IMPACTO AMBIENTAL.....</b>                              | <b>14</b> |
| 11. | <b>EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....</b>                        | <b>14</b> |
| 12. | <b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....</b>                       | <b>16</b> |

**ANEJO I: ESTUDIO CLIMATOLÓGICO..... 0**

|       |                                                              |           |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.    | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                    | <b>1</b>  |
| 2.    | <b>LOCALIZACIÓN.....</b>                                     | <b>1</b>  |
| 3.    | <b>ESTUDIO.....</b>                                          | <b>1</b>  |
| 3.1   | Temperatura .....                                            | 1         |
| 3.1.1 | Temperatura media.....                                       | 2         |
| 3.1.2 | Temperatura media de las máximas de cada mes .....           | 2         |
| 3.1.3 | Temperatura media de las mínimas de cada mes.....            | 3         |
| 3.1.4 | Temperatura media de las máximas absolutas de cada mes ..... | 3         |
| 3.1.5 | Temperatura media de las mínimas absolutas de cada mes.....  | 3         |
| 3.1.6 | Gráfico de la temperatura anual en Soria .....               | 4         |
| 3.2   | Radiación solar.....                                         | 5         |
| 3.2.1 | Radiación global .....                                       | 5         |
| 3.2.2 | Radiación directa.....                                       | 6         |
| 3.2.3 | Radiación difusa .....                                       | 6         |
| 3.3   | Duración del día .....                                       | 7         |
| 3.4   | Nubosidad.....                                               | 7         |
| 3.5   | Precipitaciones.....                                         | 8         |
| 3.6   | Viento .....                                                 | 9         |
| 3.7   | Humedad .....                                                | 10        |
| 4.    | <b>CONCLUSIÓN .....</b>                                      | <b>10</b> |

**ANEJO II: SITUACIÓN ACTUAL DE LA ENERGÍA EN ESPAÑA ..... 11**

|    |                                                                                |           |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                      | <b>13</b> |
| 2. | <b>PLAN NACIONAL INTEGRADO DE LA ENERGÍA Y CLIMA (PNIEC) 2021 – 2030 .....</b> | <b>13</b> |

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3. AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE)</b> .....                       | <b>14</b> |
| 3.1. Electricidad .....                                                         | 14        |
| 3.2. Eficiencia energética y energías renovables.....                           | 14        |
| 3.3. Agencia internacional de las energías renovables (IRENA).....              | 14        |
| 3.4. Normativa europea en materia de energía .....                              | 15        |
| <b>4. ESTRUCTURA ENERGÉTICA DE ESPAÑA</b> .....                                 | <b>15</b> |
| 4.1. Consumo de energía primaria .....                                          | 15        |
| 4.2. Evolución de la dependencia e intensidad energética primaria.....          | 16        |
| 4.3. Consumo de energía eléctrica .....                                         | 17        |
| <b>5. BALANCE ENERGÉTICO</b> .....                                              | <b>18</b> |
| <b>6. SECTOR ELÉCTRICO</b> .....                                                | <b>18</b> |
| 6.1. Energía limpia de la UE en el mercado.....                                 | 19        |
| 6.2. Organización del mercado eléctrico de producción.....                      | 20        |
| 6.3. Precio de la electricidad .....                                            | 20        |
| 6.4. Potencia instalada de energía eléctrica .....                              | 21        |
| <b>7. ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA</b> .....                     | <b>22</b> |
| 7.1. Introducción.....                                                          | 22        |
| 7.2. Generación eléctrica renovable .....                                       | 22        |
| <b>ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS</b> .....                                 | <b>0</b>  |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....                                                    | <b>1</b>  |
| <b>2. ELECCIÓN ENTRE PANELES SOLARES HÍBRIDOS, FOTOVOLTAICOS O TÉRMICOS</b> ... | <b>1</b>  |
| <b>3. ELECCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS HÍBRIDOS</b> .....                      | <b>2</b>  |
| <b>4. ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS MÓDULOS</b> .....             | <b>4</b>  |
| <b>5. INVERSOR</b> .....                                                        | <b>6</b>  |
| <b>ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL</b> .....                                         | <b>0</b>  |
| <b>1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN ACTUAL</b> .....              | <b>1</b>  |
| 1.1. Tarifa 3.0TD .....                                                         | 1         |
| 1.2. Consumo eléctrico y costes .....                                           | 4         |
| 1.3. Gastos de calefacción y agua caliente sanitaria .....                      | 6         |

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ANEJO V: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN HÍBRIDA.....</b>                                 | <b>1</b>  |
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                                                               | <b>1</b>  |
| <b>2. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO DEL SISTEMA.....</b>                                          | <b>1</b>  |
| <b>2.1 Campo fotovoltaico.....</b>                                                         | <b>3</b>  |
| <b>2.1.1 Módulos híbridos .....</b>                                                        | <b>4</b>  |
| <b>2.1.1.1 Características eléctricas del módulo .....</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>2.1.2 Estructura de soporte .....</b>                                                   | <b>8</b>  |
| <b>2.2 Inversor .....</b>                                                                  | <b>9</b>  |
| <b>2.2.1 Características técnicas generales del inversor .....</b>                         | <b>10</b> |
| <b>2.3 Dispositivos de protección .....</b>                                                | <b>12</b> |
| <b>2.3.1 Dispositivos de protección de corriente continua .....</b>                        | <b>12</b> |
| <b>2.3.1.1 Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas .....</b>                      | <b>13</b> |
| <b>2.3.1.2 Protecciones contra contactos directos e indirectos .....</b>                   | <b>13</b> |
| <b>2.3.1.3 Protecciones contra sobretensiones .....</b>                                    | <b>14</b> |
| <b>2.3.2 Dispositivos de protección de corriente alterna.....</b>                          | <b>14</b> |
| <b>2.3.2.1 Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas .....</b>                      | <b>15</b> |
| <b>2.3.2.2 Protecciones contra contactos directos e indirectos .....</b>                   | <b>15</b> |
| <b>2.3.2.3 Protecciones contra sobretensiones .....</b>                                    | <b>16</b> |
| <b>2.4 Puesta a tierra.....</b>                                                            | <b>17</b> |
| <b>2.5 Cableado.....</b>                                                                   | <b>18</b> |
| <br>                                                                                       |           |
| <b>ANEJO VI: CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....</b>                                                 | <b>1</b>  |
| <b>1. DATOS DE PARTIDA .....</b>                                                           | <b>1</b>  |
| <b>2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS EN SERIE POR STRING.....</b>                           | <b>3</b>  |
| <b>3. CÁLCULO DEL NÚMERO DE SERIES EN PARALELO POR INVERSOR.....</b>                       | <b>4</b>  |
| <b>4. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES .....</b>                                   | <b>5</b>  |
| <b>4.1 Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible .....</b>                       | <b>5</b>  |
| <b>4.1.1 Circuito de corriente continua .....</b>                                          | <b>5</b>  |
| <b>4.1.2 Circuito corriente alterna .....</b>                                              | <b>5</b>  |
| <b>4.2 Sección del cableado de CC .....</b>                                                | <b>5</b>  |
| <b>4.3 Sección del cableado de CA .....</b>                                                | <b>6</b>  |
| <b>4.3.1 Cálculo de la sección del cableado según la intensidad máxima admisible .....</b> | <b>6</b>  |

|                                                                              |                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.2                                                                        | Cálculo de la sección del cableado según la caída de tensión ..... | 9         |
| <b>5.</b>                                                                    | <b>CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS .....</b>                | <b>10</b> |
| 5.1                                                                          | Protecciones de corriente continua .....                           | 10        |
| 5.2                                                                          | Protecciones de corriente alterna.....                             | 11        |
| 5.2.1                                                                        | Protecciones contra sobrecarga y cortocircuito .....               | 11        |
| 5.2.2                                                                        | Protecciones contra contactos directos e indirectos .....          | 11        |
| 5.2.3                                                                        | Protecciones contra sobretensiones .....                           | 11        |
| <b>6.</b>                                                                    | <b>RED DE PUESTA A TIERRA .....</b>                                | <b>12</b> |
| <b>ANEJO VII: ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN HÍBRIDA.....</b> |                                                                    | <b>1</b>  |
| 1.                                                                           | INTRODUCCIÓN .....                                                 | 1         |
| 2.                                                                           | ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN INCIDENTE.....                          | 1         |
| 3.                                                                           | PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DEL SISTEMA HÍBRIDO .....                    | 3         |
| 3.1.                                                                         | Producción de la instalación con un azimut 7º.....                 | 3         |
| 3.2.                                                                         | Producción de la instalación con un azimut 99º.....                | 4         |
| 3.3.                                                                         | Producción de la instalación con un azimut -81º.....               | 5         |
| <b>ANEJO VIII: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN .....</b>                |                                                                    | <b>1</b>  |
| 13.                                                                          | INTRODUCCIÓN.....                                                  | 3         |
| 14.                                                                          | ASPECTOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN .....                              | 3         |
| 15.                                                                          | INSTALACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO.....                               | 4         |
| 16.                                                                          | PERSONAL NECESARIO PARA DESARROLLAR LA INSTALACIÓN.....            | 4         |
| 17.                                                                          | ORDEN DE LOS PROCESOS: DIAGRAMA DE GANTT .....                     | 5         |
| 18.                                                                          | PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN .....                           | 6         |
| 18.1                                                                         | Verificaciones previas .....                                       | 6         |
| 18.2                                                                         | Puesta en marcha.....                                              | 6         |
| 18.3                                                                         | Legalización del sistema fotovoltaico conectado a red.....         | 7         |
| <b>ANEJO IX: EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>                                  |                                                                    | <b>1</b>  |
| 1.                                                                           | INTRODUCCIÓN .....                                                 | 1         |
| 2.                                                                           | IMPACTO AMBIENTAL DURANTE LA FABRICACIÓN .....                     | 1         |
| 3.                                                                           | IMPACTO AMBIENTAL DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN..... | 2         |

|                                                                             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>ANEJO X: EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....</b>                                | <b>1</b> |
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                                                | <b>1</b> |
| <b>2. SUMINISTRO ACTUAL DEL COMPLEJO .....</b>                              | <b>1</b> |
| <b>3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA .....</b>                            | <b>2</b> |
| <b>4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA TÉRMICA .....</b>                              | <b>3</b> |
| <b>5. ANÁLISIS DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR EL SISTEMA HÍBRIDO.....</b>      | <b>4</b> |
| <b>6. COMPARATIVA MENSUAL DE LA DEMANDA Y LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.....</b> | <b>5</b> |
| <b>7. CÁLCULO DEL AHORRO .....</b>                                          | <b>6</b> |
| <b>8. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO .....</b>                | <b>7</b> |
| 8.1. Consideraciones previas.....                                           | 8        |
| 8.2. Flujos de caja .....                                                   | 9        |
| 8.3. Conclusión .....                                                       | 10       |
| <b>ANEJO XI: LEGISLACIÓN APLICABLE.....</b>                                 | <b>1</b> |
| <b>1. NORMATIVA REFERENTE A LA INSTALACIÓN.....</b>                         | <b>1</b> |
| <b>2. NORMATIVA REFERENTE A LA SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS.....</b>      | <b>2</b> |
| <b>ANEJO XII: FICHAS TÉCNICAS .....</b>                                     | <b>1</b> |
| <b>1. MÓDULOS HÍBRIDOS .....</b>                                            | <b>1</b> |
| <b>2. INVERSOR.....</b>                                                     | <b>2</b> |
| <b>3. ESTRUCTURA DE SOPORTE.....</b>                                        | <b>4</b> |
| <b>4. CONTADOR.....</b>                                                     | <b>6</b> |
| <b>5. DEPÓSITO ACUMULADOR ACS.....</b>                                      | <b>7</b> |
| <b>ANEJO XIII: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>                 | <b>1</b> |
| <b>1. OBJETO DEL ESTUDIO .....</b>                                          | <b>1</b> |
| <b>2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA .....</b>                                  | <b>1</b> |
| 1.1. Generalidades.....                                                     | 1        |
| 1.2. Centros asistenciales más próximos .....                               | 1        |
| 1.3. Accesos a obra .....                                                   | 1        |
| 1.4. Normas de seguridad aplicables en la obra.....                         | 3        |
| <b>3. PROCESO DE ANÁLISIS DE RIESGO.....</b>                                | <b>3</b> |

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4. PROCESO DE MONTAJE DE LA INSTALACIÓN</b> ..... | <b>4</b>  |
| 4.1. Proceso constructivo de la obra .....           | 4         |
| 4.2. Seguridad durante el proceso constructivo.....  | 4         |
| 4.2.1. Replanteo.....                                | 4         |
| 4.2.2. Transporte de material.....                   | 4         |
| 4.2.3. Montaje de la estructura .....                | 5         |
| 4.2.4. Instalación del sistema híbrido .....         | 5         |
| 4.2.5. Instalación de la red eléctrica .....         | 6         |
| 4.3. Maquinaria .....                                | 7         |
| 4.3.1. Sierra de mesa.....                           | 7         |
| 4.3.2. Herramientas generales .....                  | 10        |
| 4.3.3. Maquinaria de elevación .....                 | 11        |
| <b>5. BOTIQUÍN</b> .....                             | <b>12</b> |

**DOCUMENTO Nº2: PLANOS** .....

|                                                                 |                                      |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>1. PLANO DE SITUACIÓN</b> .....                              | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>2. PLANO EMPLAZAMIENTO</b> .....                             | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>3. PLANO DE REPLANTEO</b> .....                              | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>4. PLANO DE DISTRIBUCIÓN EN CUBIERTA DE LOS MÓDULOS</b> .... | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>5. PLANO DE DETALLE DE LA CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS</b> .....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>6. PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 1</b> .....                 | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>7. PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 2</b> .....                 | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>8. PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 3</b> .....                 | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>9. PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 4</b> .....                 | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>10. PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 5</b> .....                | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>11. PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 6</b> .....                | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>12. PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 7</b> .....                | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>13. DIAGRAMA UNIFILAR</b> .....                              | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |

**DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES..... ¡Error! Marcador no definido.**

**1. CONDICIONES GNERALES FACULTATIVAS..... ¡Error! Marcador no definido.**

**1.1. Condiciones generales..... ¡Error! Marcador no definido.**

**1.2. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares  
¡Error! Marcador no definido.**

**1.3. Recepción de las instalaciones ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.1. Objeto..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.2. Campo de aplicación ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3. Condiciones generales..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3.1. Equipamiento..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3.2. Materiales..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3.2.1. Conductores activos ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3.2.2. Conductores de protección ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3.2.3. Identificación de los conductores..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3.2.4. Aparatos de mando y maniobra..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3.2.5. Aparatos de protección..... ¡Error! Marcador no definido.**

**2.3.2.6. Cuadros de montaje ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.1. Ámbito de aplicación..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.2. Condiciones generales..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.3. Condiciones facultativas legales ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.4. Especificaciones del montaje..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.4.1. Objeto..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.4.2. Prescripciones generales del montaje de BT ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.4.3. Prescripciones de montaje de la estructura de soporte de los módulos ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.5. Especificaciones de uso y mantenimiento ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.5.1. Módulos híbridos ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.5.2. Inversores ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.5.3. Armarios de conexión..... ¡Error! Marcador no definido.**

**3.5.4. Barra de puesta a tierra ..... ¡Error! Marcador no definido.**

- 3.6. Seguridad en el trabajo ..... ¡Error! Marcador no definido.
- 4. **PLIEGO DE CONDICIOES ECONÓMCIAS**..... ¡Error! Marcador no definido.
  - 4.1. Condiciones generales económicas ..... ¡Error! Marcador no definido.
  - 4.2. Garantías de cumplimiento y finanzas ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.2.1. Garantías..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.2.2. Fianzas ..... ¡Error! Marcador no definido.
  - 4.3. Precios y revisiones ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.3.1. Precios contradictorios ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.3.2. Reclamaciones de aumento de precio ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.3.3. Elementos comprendidos en el presupuesto ..... ¡Error! Marcador no definido.
  - 4.4. Valoración y abono de trabajos ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.1. Valoración de la obra ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.2. Medidas parciales y finales..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.3. Equivocaciones en el presupuesto ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.4. Valoración de obras incompletas..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.5. Carácter provisional de las liquidaciones parciales .. ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.6. Pagos ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.7. Suspensión por retraso de pagos ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.8. Indemnización por retraso de los trabajos ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.4.9. Indemnización por daños de causa mayor al contratista.....¡Error! Marcador no definido.
  - 4.5. Otros..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.5.1. Mejora de las obras ..... ¡Error! Marcador no definido.
    - 4.5.2. Seguro de los trabajos ..... ¡Error! Marcador no definido.

|                                                     |                                      |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>DOCUMENTO Nº4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....</b> | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>1. MEDICIONES.....</b>                           | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>2. CUADRO DE MANO DE OBRA.....</b>               | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>3. CUADRO DE MATERIALES .....</b>                | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>4. CUADRO DE MAQUINARIA .....</b>                | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>5. CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES.....</b>         | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>6. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS .....</b>     | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>7. CUADRO DE PRECIOS Nº1 .....</b>               | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>8. CUADRO DE PRECIOS Nº2 .....</b>               | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>9. PRESUPUESTO Y MEDICIONES.....</b>             | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| <b>10. PRESUPUESTO GENERAL .....</b>                | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |

## **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**



# 1. OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene por objeto dimensionar una instalación fotovoltaica híbrida sobre cubierta conectada a la red eléctrica a la que pertenece la empresa (IBERDROLA S.A.U) y, además, recibir compensación por los excedentes vertidos a la misma. Todo esto con el fin de disminuir costes relacionado con la energía y fomentar a su vez el uso de energías renovables.

# 2. ALCANCE DEL PROYECTO

En el presente proyecto se van a presentar las condiciones técnicas de una instalación fotovoltaica híbrida de 33'6 kW de potencia nominal. Se trata de una instalación formada por 96 módulos de 350 W de potencia y cuya instalación se realizará en la cubierta de un hotel-restaurante de la ciudad de Soria denominado Campos de Castilla.

Tiene como finalidad producir energía eléctrica y térmica para el autoconsumo y estará acogido a compensación de excedentes.

# 3. ANTECEDENTES

## 3.1 Motivaciones

El cambio climático y sus consecuencias medioambientales están impulsando el uso y la transición energética de los combustibles fósiles a fuentes de energía alternativas. Una de las opciones que más se está implantando es la energía fotovoltaica que consiste en convertir la energía procedente del Sol en energía eléctrica. Es una fuente de energía renovable, limpia e inagotable.

La energía fotovoltaica tanto solar como térmica, presenta multitud de ventajas, como son:

- Origen natural y renovable.
- Es la fuente más económica que existe actualmente.
- Es modular y fácil de instalar en cualquier tejado o en grandes superficies de terreno.
- No produce ruidos y su impacto visual es mínimo.
- En cuanto al mantenimiento, es asequible y sencillo.
- Ayuda a preservar el medio ambiente y a la transición energética por un futuro verde sin emisiones.

Hay que destacar que la energía fotovoltaica ha experimentado un crecimiento exponencial en la última década.

### 3.2 Localización

La localización concreta de la instalación queda reflejada en el plano N. °1 y N.° 2 (plano de situación y emplazamiento, respectivamente).

Se realizará la instalación en el Hotel-restaurante Campos de Castilla, situado en el barrio Las Casas de la ciudad de Soria, cuya referencia catastral es 001400200WM42E0000RA. Concretamente en las siguientes coordenadas UTM:

*Tabla 1: Coordenadas UTM*

| Coordenadas UTM | Latitud   | Longitud  |
|-----------------|-----------|-----------|
|                 | 41.785140 | -2.477388 |

La parcela en la que se ubica el proyecto cuenta con una superficie de 1445 m<sup>2</sup>. Sin embargo, la instalación se realizará sobre la cubierta de los edificios que componen el complejo, utilizando únicamente las caras que tiene orientación Sur y Este-Oeste, con la finalidad de optimizar el rendimiento de nuestra instalación.



*Figura 1: fotografía satélite del emplazamiento  
Fuente: Google Earth*

### **3.3 Agentes**

El promotor del proyecto será Alfredo García Tejero, dueño del complejo hotelero y el restaurante. Encarga el desarrollo de este proyecto con la idea de contribuir a reducir la dependencia energética y disminuir los costes de la energía eléctrica debido a su aumento progresivo del precio.

La proyectista será la alumna de la Universidad de Valladolid, Carolina Bastidas Cuenca, estudiante de Ingeniería Agraria y Energética.

### **3.4 Características generales**

Actualmente el suministro de energía del complejo se basa en la electricidad y gasóleo con el fin de obtener luz, ACS y calefacción.

El edificio cuenta con 7 cubiertas, 5 de ellas orientadas al sur y las otras 2 con una disposición Este-Oeste. En este proyecto, se hará uso de todas las cubiertas con el fin de maximizar la producción de energía.

Es indispensable tener en cuenta los consumos en los que incurre el establecimiento y la producción que se obtendrá de la instalación, con el fin de conocer la rentabilidad del proyecto.

## **4. LEGISLACIÓN APLICABLE**

Tal y como se indica en el Anejo XI: Legislación aplicable, se aplicarán las siguientes Leyes y Reales Decretos.

### **4.1 Legislación eléctrica aplicable**

- Ley 24/2013 del Sector Eléctrico.
- Real Decreto – Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, en el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

- Real Decreto 842/2002, sobre el Reglamento Electrotécnico de BT
- Norma UNE-EN 62466: sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección del sistema.

## **4.2 Legislación de seguridad e higiene aplicable**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1995, de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualiza.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, em materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

## 5. DEFINICIONES

- Instalación fotovoltaica conectada a red: en este tipo de instalaciones, la energía creada procede de placas fotovoltaicas que vuelcan la energía eléctrica que generan a la red eléctrica mediante un inversor.
- Radiación solar: energía emitida por el Sol que se propaga en todas las direcciones, a través del espacio mediante ondas electromagnéticas.
- Módulo fotovoltaico: es el dispositivo encargado de captar la energía procedente del sol y transformarla en energía eléctrica. El material semiconductor del que se encuentra recubierto, suele ser silicio, un elemento básico para las células solares, ya que es sensible a la luz y genera electricidad al recibir la radiación solar gracias al efecto fotovoltaico.
- Inversor: es el encargado de convertir la corriente continua procedente de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna.
- String: conjunto de paneles solares fotovoltaicos que están conectados en serie.
- Presor: es un elemento de fijación utilizado para anclar paneles solares al perfil de montaje
- Módulos híbridos: son aquellos capaces de generar energía eléctrica y térmica a través de la captación de energía solar.

## **6. BASES DEL PROYECTO**

### **6.1 Condicionantes del promotor**

El principal objetivo del promotor es conseguir una instalación que pueda ser rentable por sí misma, gracias a la venta de los excedentes que se vierta a la red.

Para poder llevar a cabo el proyecto, el promotor ha impuesto las siguientes condiciones:

- La instalación fotovoltaica estará conectada a red para poder inyectar y vender la energía generada
- La estructura de soporte debe ser fija
- Debe ser diseñada, de tal forma que sea rentable. Por lo que se incluye un estudio de viabilidad económica.
- Cumplir con la legislación

### **6.2 Condicionantes en el diseño**

Toda instalación fotovoltaica se encuentra condicionada por las características del medio. Por ello, se ha realizado un estudio climatológico que se encuentra detallado en el ANEJO I: ESTUDIO CLIMATOLÓGICO, en el que se han valorado las siguientes características:

- Radiación solar: es la radiación emitida por el sol. Es de vital importancia realizar un estudio porque es la base de funcionamiento de la energía fotovoltaica.
- Temperatura: es también uno de los factores más importantes, ya que afecta de forma directa en el rendimiento y la producción de energía de los módulos fotovoltaicos
- Duración del día: permite saber los momentos en los que la instalación producirá energía.
- Precipitaciones
- Nubosidad
- Duración del día

## 7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En un proyecto, siempre se presentan distintas opciones que deben ser estudiadas y comparadas entre sí, con el fin de elegir la mejor de las opciones.

Por ello, se ha realizado un exhaustivo estudio de alternativas que se recoge en el ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS, en el que se estudian diferentes opciones para cada uno de los elementos primordiales en una instalación fotovoltaica:

- Elección entre energía solar fotovoltaica, térmica o híbrida: se realizó la comparación de estas 3 formas de obtener energía a partir del sol. La elección se ha basado en los siguientes parámetros:
  - Eficiencia
  - Ahorro
  - Rentabilidad

En la comparativa se vio como el rendimiento total de una instalación híbrida en condiciones normales era más elevado que los módulos convencionales (solares o térmicos). De esta forma, se escogió una **Instalación solar híbrida.**

- Módulos híbridos: en este caso, se ha realizado el estudio de 2 diferentes paneles y la elección se ha basado en los parámetros que más influyen en el rendimiento de un panel como es:
  - Potencia
  - Eficiencia
  - Rendimiento óptico

Tras realizar una tabla de comparativa cuantitativa el modelo elegido fue **Abora aH72SK de 350 W.**

- Estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos: estas estructuras deberán ser de la mejor calidad posible ya que son las que sujetan los paneles. En este caso, se compararon 2 alternativas de estructuras de soporte fijas para montaje sobre teja según el precio, la facilidad de montaje y la garantía. De esta forma, el tipo de estructura de soporte elegido fue **Autosolar Energy.**
- Inversor: estos se encargan de convertir la corriente continua procedente de los paneles solares en corriente alterna para su posterior uso. Por ello, es un elemento fundamental para el correcto funcionamiento de la instalación. Para la elección del inversor que se va a utilizar, se compararon 3 inversores diferentes teniendo en cuenta su potencia, eficiencia y tensión máxima de entrada. En este caso, el modelo se ha elegido es el **Huawei SUN2000-17KTL-M2.**

## 8. INSTALACIÓN HÍBRIDA Y SUS COMPONENTES

### 8.1 Funcionamiento y diseño de la instalación

Una instalación de autoconsumo es aquella que comparte infraestructuras y algún tipo de conexión eléctrica con la red de distribución.

En este caso, durante el día se consumirá la energía generada por el sistema solar híbrido y por la noche, se usará la red eléctrica como medio auxiliar. Hay que tener en cuenta, que este consumo nocturno sólo será para la electricidad, ya que este proyecto contempla la instalación de un depósito acumulador de agua caliente con el fin de abastecer las necesidades de ACS y calefacción.

Por otro lado, este consumo de energía eléctrica por la noche se verá compensado con los excedentes vertidos a la red durante el día por nuestra instalación.

Para el diseño de la instalación se ha tenido en cuenta:

- El número de paneles fotovoltaicos que podemos colocar en la cubierta de los edificios.
- Demanda eléctrica y térmica, que se encuentre detallado en el ANEJO IV: Situación actual y ANEJO IX: Evaluación del proyecto.
- Los objetos que puedan producir sombras.

El diseño final de la instalación cuenta con un sistema generador de 96 módulos fotovoltaicos híbridos, los cuales presentarán una configuración óptima con el fin de maximizar su rendimiento.

En este caso, se ha elegido la configuración de 8 string, es decir, 8 filas de paneles conectados en serie y cuya conexión se realiza por la parte posterior. De esta manera, los 96 paneles los dividiremos en 2 grandes grupos:

- Grupo A: en el que tendremos 50 paneles distribuidos en 4 string (2 de ellos con 12 paneles y los otros 2 con 13 paneles) y que irán conectados a uno de los inversores, concretamente al inversor 1.
- Grupo B: en el que habrá 46 paneles distribuidos en 4 string (2 de ellos con 12 paneles y los otros 2 con 11) y que transmitirán su energía captada al inversor al cual estarán conectados, concretamente el inversor 2.

Con este total de paneles, se llega a alcanzar una potencia total de 33'6 kW. De esta forma, conseguimos una tensión e intensidad adecuada para el correcto funcionamiento de la instalación.

También, se usarán 2 inversores de 25'5 kW de potencia máxima cada uno, que irán conectados al grupo respectivo de módulos. Así, cada inversor convertirá la corriente continua procedente de cada grupo a corriente alterna.

Finalmente, estos inversores se conectarán en paralelo con el fin de llevar la energía transformada hasta el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) del establecimiento y cada uno llevará sus protecciones correspondientes.

Toda esta información, queda detallada de forma más completa en el ANEJO V: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

## 8.2 Descripción de los equipos

Todos los equipos necesarios utilizados en la instalación quedan descritos en el ANEJO V: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN y en el ANEJO XII: FICHAS TÉCNICAS se incluyen todas las fichas técnicas de cada uno de ellos.

### 8.2.1 Estructura de soporte de los módulos

| SOPORTE COPLANAR CONTINUO CON SALVATEJAS PARA CUBIERTA DE TEJA |                                                                                            |                            |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Dimensiones                                                    | Material                                                                                   | Disposición de los módulos |
| 236 largo x 138 ancho (mm)                                     | Perfilería de aluminio EN AW 6005 <sup>a</sup> T6<br>Tornillería de acero inoxidable A2-70 | Vertical y horizontal      |

*Tabla 2: detalles de la estructura de soporte  
Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica del soporte*

### 8.2.2 Módulo fotovoltaico híbrido

| MÓDULO FOTOVOLTAICO ABORA SOLAR aH72SK |                                 |                                |
|----------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Potencia máxima (W)                    | Voltaje en circuito abierto (V) | Corriente en cortocircuito (A) |
| 350                                    | 48'61                           | 9'16                           |

*Tabla 3: detalles del módulo fotovoltaico  
Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica*

### 8.2.3 Inversor

| INVERSOR HUAWEI SUN2000-17KTL-M2 |                                    |                          |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Eficiencia (%)                   | Potencia FV máxima de entrada (Wp) | Conexión a red eléctrica |
| 98,65                            | 25.500                             | Tres fases               |

*Tabla 4: detalles del inversor  
Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica del inversor*

## 8.2.4 Contador

| HUAWEI SMART POWER SENSOR DTSU666-H |                      |               |
|-------------------------------------|----------------------|---------------|
| Voltaje de línea (VCA)              | Tensión fásica (VCA) | Corriente (A) |
| 304-499                             | 176-288              | 0-100         |

*Tabla 5: detalles del contador*

*Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica del contador*

## 8.2.5 Depósito acumulador de agua

| MASTER VITRO MVV5000RB |                                 |                                    |
|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Capacidad total (L)    | Presión máxima de trabajo (bar) | Temperatura máxima de trabajo (°C) |
| 5000                   | 8                               | 90°C                               |

*Tabla 6: detalles del depósito acumulador*

*Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica*

## 9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN. DIAGRAMA DE GANTT

En este apartado se establecen las tareas que se llevarán a cabo durante la ejecución del proyecto, teniéndolo de forma más detallada en el ANEJO VIII: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN.

### 9.1 Consideraciones previas

Antes de dar inicio a la ejecución del proyecto, es necesario tener en cuenta:

- La planificación, debe ser adecuada ya que determinará el éxito en la instalación.
- La normativa aplicable a las instalaciones fotovoltaicas será de obligado cumplimiento y deberá tenerse en cuenta durante toda la fase de ejecución.
- Se tendrán en cuenta todas las recomendaciones y los manuales de uso proporcionados por los fabricantes de los componentes que se utilizarán en el proyecto.
- Verificación del estado de la cubierta
- Realizar un estudio previo sobre la tipología, orientación y superficie de la cubierta eligiendo la opción más apropiada. En este caso, los módulos deberán quedar correctamente anclados al tejado con una inclinación de 16°.
- De forma previa al inicio de las obras, tramitará todo lo referido a licencias y permisos, en el ayuntamiento correspondiente al lugar de la instalación. Además, se deberán abonar las tasas y/o impuestos pertinentes.
- Los inversores se colocarán en un lugar protegido de la exposición del sol, ya que su rendimiento se podría ver afectado por el sobrecalentamiento.
- La seguridad de los operarios, tanto en la fase de construcción como ejecución, será fundamental. Por ello, se cumplirá con la Ley 31/95 del 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales y con la normativa establecida en el Código Técnico de la Edificación.

### 9.2 Instalación del sistema solar híbrido

A continuación, se muestran todas las fases que componen la instalación, hay que tener en cuenta que algunas de estas fases podrán darse de forma simultánea y quedará reflejo en el Diagrama de Gantt.

- ✓ Comprobación del correcto estado de todos los componentes de la instalación.
- ✓ Inspección de la cubierta: se verifica el correcto estado del tejado y que la estructura de soporte sea la adecuada.

- ✓ Colocación de la estructura de soporte: se procederá montar y fijar las estructuras de los soportes de los módulos a la cubierta.
- ✓ Fijar los módulos híbridos: una vez esté anclado el soporte a la cubierta, se colocarán los módulos y se fijarán al mismo.
- ✓ Conexión eléctrica: se realizará la conexión en serie de los paneles según lo establecido en el proyecto, asegurando que todas las conexiones sean seguras y estén correctamente aisladas.
- ✓ Instalación del inversor: se montará el inversor en el interior del edificio
- ✓ Conexión de los paneles al inversor: se procederá a realizar la conexión en paralelo de los diferentes strings a las entradas respectivas de cada inversor, de esta forma se conduce toda la energía recogida por los paneles hasta el inversor correspondiente.
- ✓ Cuadros de protección de los inversores: se contará con 2 cuadros de protecciones para cada inversor con el fin de proteger la corriente continua que circula entre las placas solares y el inversor y la corriente alterna producida por los inversores.
- ✓ Conectar los inversores al cuadro general: los inversores convertirán la electricidad que proviene de los paneles en forma de corriente continua a corriente alterna. Esta energía eléctrica producida por el inversor debe llegar hasta el cuadro general de BT con el fin de proporcionar energía al establecimiento.

### **9.3 Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt permite planificación de proyectos, ya que proporciona una visión general de las tareas programadas. De esta forma, todas las partes implicadas sabrán qué tareas tienen que realizar y en qué momento. Por ello, todo diagrama de Gantt muestra:

- La fecha de inicio y finalización del proyecto.
- Tareas a realizar en el proyecto.
- Estimación de cuánto tiempo llevará cada tarea.
- Cómo se superponen las tareas o si hay alguna relación entre ellas.

En este caso, se establecen las tareas necesarias para llevar a cabo la ejecución de la instalación de la obra. Hay que tener en cuenta que algunas de estas tareas serán responsabilidad de la empresa instaladora y otras son responsabilidad del director de obra.

La planificación que se muestra a continuación es orientativa, ya que podríamos sufrir modificaciones a lo largo de la ejecución de la instalación, teniendo en cuenta que estas modificaciones siempre serán supervisadas por el director de obra.

| TAREAS                                                       | SEMANAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                                                              | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Trámites administrativos (obtención de licencias y permisos) |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Replanteo                                                    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Acopio del material                                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Colocación de la estructura de soporte                       |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Montaje de los módulos sobre la estructura                   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Conexión de los módulos                                      |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Instalación del inversor                                     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Colocación de los cuadros de protecciones                    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Conexión de cableado Inversor-CGBT                           |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Conexión a la red de distribución                            |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Puesta en marcha                                             |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

*Tabla7: Diagrama de Gantt*

*Fuente: elaboración propia*

## 9.4 Puesta en marcha

El protocolo básico de la puesta en marcha de una instalación fotovoltaica se basa en la comprobación y configuración de los diferentes elementos que la componen.

A continuación, se muestran los pasos a seguir en la puesta en marcha de la instalación:

- 1) Verificación de los componentes fotovoltaicos: en este paso, se realiza una comprobación del correcto funcionamiento. Este punto engloba a los paneles híbridos, inversores, estructuras de soporte, protecciones, etc.
- 2) Puesta en marcha del inversor: se enciende el inversor y se verifica que funcione correctamente. Para ello, se monitorizará su funcionamiento y se configurará según sea necesario.
- 3) Pruebas de funcionamiento: se realizarán diversas pruebas para asegurar que la instalación está generando la energía adecuada y además que todas las protecciones funcionan correctamente.

## 9.5 Legalización del sistema fotovoltaico conectado a red

Toda instalación fotovoltaica debe ser legalizada y para ello es necesario comunicar a la compañía comercializadora con la que se tenga el contrato de suministro. En este caso se avisará a Iberdrola.

De esta forma, cuando la instalación esté terminada y revisada, la compañía deberá:

- Modificar el contrato de suministro para incorporar la posibilidad de compensación por la electricidad que le cederemos
- Instalar un contador, con el fin de medir la electricidad que sobra y se cede a la red.

## 10. IMPACTO AMBIENTAL

Conforme a el ANEJO X: EVALUACIÓN AMBIENTAL, este proyecto tendrá un impacto ambiental mínimo.

En líneas generales, el proyecto posee un impacto positivo en el medio ambiente al minimizar la dependencia de combustibles fósiles para la obtención de energía. A su vez, se minimizan también las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

En la fabricación de los componentes de la instalación se generan residuos contaminantes que deben ser gestionados de acuerdo con la legislación vigente y serán las empresas contratadas las responsables de manejar estos residuos en consonancia con la Ley de Residuos y Suelos Contaminados, enmarcada en una perspectiva de economía circular.

Por otro lado, durante la operación de la instalación, dado su uso de energía renovable, no se prevén impactos ambientales significativos.

Una vez que se alcance el final de la vida útil de las instalaciones, se recurrirá a empresas especializadas en la gestión de residuos de este tipo, asegurando así una disposición adecuada y responsable de los componentes obsoletos.

## 11. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación de un proyecto consiste en la valoración de aspectos que intervienen en un proyecto y son:

- Viabilidad económica
- Viabilidad técnica
- Viabilidad social

Es, por tanto, considerado un proceso muy importante en el desarrollo de proyectos.

Todo proyecto puede valorarse según 2 tipos:

- ✓ Análisis de datos cuantitativos y medibles.
- ✓ Análisis cualitativo: es un análisis más subjetivo y está más orientado a los procesos de un proyecto.

Por ello, se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis de la demanda eléctrica
- Análisis de la demanda térmica
- Análisis de la producción eléctrica del sistema híbrido
- Análisis de la producción térmica del sistema híbrido
- Cálculo del ahorro

En el presente proyecto, con el fin de realizar una evaluación del proyecto se optó por realizar un estudio de viabilidad obteniendo valores del VAN y el TIR. Este estudio, queda completamente reflejado en el ANEJO IX: EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

Para el estudio de viabilidad se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

*Tabla 8: Consideraciones previas*

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Coste de la inversión</b>                          | 125.034 € |
| <b>Coste de mantenimiento anual</b>                   | 0 €       |
| <b>Vida útil de la instalación</b>                    | 25 años   |
| <b>Degradación eléctrica del panel</b>                | 0'25%     |
| <b>Incremento anual del precio de la electricidad</b> | 6%        |
| <b>Incremento anual del precio del combustible</b>    | 5%        |

*Fuente: elaboración propia*

De esta forma, se ha observado que el proyecto es rentable y se han obtenido los siguientes resultados:

*Tabla 8: VAN y TIR*

| <b>COSTE DE LA INVERSIÓN</b> | <b>AHORRO TOTAL EN 25 AÑOS</b> | <b>PERIODO DE RETORNO</b> | <b>TIR</b> | <b>VAN</b> |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------|------------|
| 125.034 €                    | 236.959 €                      | 12 años                   | 8'02%      | 53.271 €   |

*Fuente: elaboración propia*

## 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto final del proyecto queda detallado en el DOCUMENTO N°4:  
MEDICIONES Y PRESUPUESTO

*Tabla 9: Resumen del presupuesto total de la instalación*

Proyecto: INSTALACIÓN HÍBRIDA

| <b>Capítulo</b>                         | <b>Importe</b> |
|-----------------------------------------|----------------|
| Capítulo 1 Instalación eléctrica        | 3.642,70       |
| Capítulo 2 Instalación fotovoltaica     | 57.521,87      |
| Capítulo 3 Instalación hidráulica       | 21.116,49      |
| Capítulo 4 Centro de inversión          | 4.020,62       |
| Capítulo 5 Estudio de Seguridad y Salud | 1.269,41       |
| Presupuesto de ejecución material       | 87.571,09      |
| 0% de gastos generales                  | 0,00           |
| 0% de beneficio industrial              | 0,00           |
| Suma                                    | 87.571,09      |
| 21% IVA                                 | 18.389,93      |
| Presupuesto de ejecución por contrata   | 105.961,02     |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO CINCO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON DOS CÉNTIMOS.

Soria, 20 de Septiembre, 2023

Carolina Bastidas Cuenca

*Fuente: elaboración propia a partir de  
presupuesto de CYPE.*



## **ANEJO I: ESTUDIO CLIMATOLÓGICO**





# 1. INTRODUCCIÓN

El estudio climatológico de la zona en la que está ubicado el complejo nos permitirá conocer cuáles son los valores de temperatura, precipitaciones, vientos y otros factores climáticos determinantes en el estudio de un territorio. Con el fin de entender cómo es la influencia climática sobre nuestra instalación, se ha llevado a cabo el estudio climatológico de la zona a partir de datos climatológicos obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y un programa denominado PVGIS.

# 2. LOCALIZACIÓN

Soria, es una de las provincias que conforma la comunidad autónoma de Castilla y León y está situada al este. El clima de esta zona es ligeramente continental, con un invierno largo y frío. Por otro lado, el verano es cálido pero las noches son frescas. En cuanto a las precipitaciones son moderadas, siendo primavera la estación más lluviosa.

# 3. ESTUDIO

En este caso, las variables estudiadas serán la temperatura, radiación solar y duración del día que nos permitirán llevar a cabo el diseño y dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

## 3.1 Temperatura

La temperatura es el parámetro que indica el grado de calor que hay en una zona, por lo que su determinación es uno de los pasos más importantes en todo estudio climático. Además, es uno de los factores más importantes ya que afecta de forma directa en el rendimiento y producción de energía de los módulos fotovoltaicos. Por ello, un incremento de la temperatura va a incrementar la intensidad de cortocircuito de los módulos mientras que se reduce de forma drástica la tensión de circuito abierto del módulo, suponiendo así que, a mayores temperaturas, el rendimiento del módulo será menor.

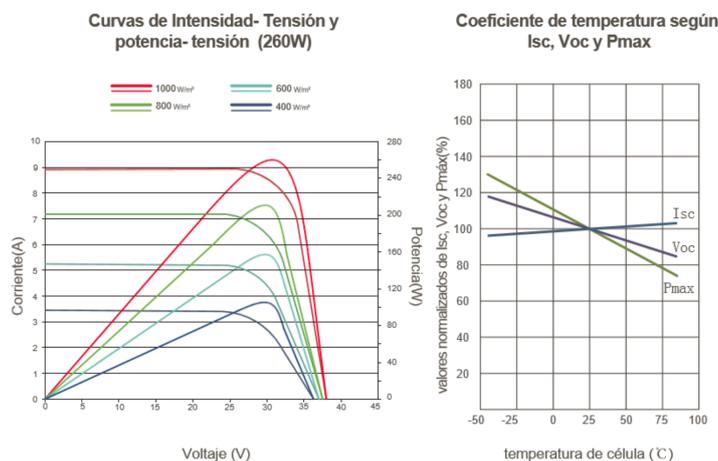


Figura 1: variación de la potencia según la temperatura

Fuente: [www.cambioenergetico.com/blog](http://www.cambioenergetico.com/blog)

A continuación, se muestran los datos de temperatura que se han obtenido de AEMET, a través de la estación meteorológica de Soria.

### 3.1.1 Temperatura media

Como se puede observar, la temperatura media del mes más frío (enero) es de 3,8 °C y la de los meses más cálidos (julio y agosto) está próximo a los 20 °C

*Tabla 1: Temperatura media de Soria*

| Temperatura media |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |             |             |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Año               | Enero       | Febrero     | Marzo       | Abril       | Mayo         | Junio        | Julio        | Agosto       | Septiembre   | Octubre      | Noviembre   | Diciembre   |
| 2010              | 2,2         | 2,7         | 5,2         | 10,2        | 11           | 15,9         | 21,8         | 20,5         | 16,3         | 10,4         | 4,8         | 3,9         |
| 2011              | 3,7         | 5,5         | 6,3         | 12,9        | 14,8         |              |              |              |              | 12,7         | 8,2         | 4,3         |
| 2012              | 3,7         | 1,7         | 7,4         | 6,8         | 14,2         | 18,6         | 19,9         | 21,4         | 16,6         | 11,5         | 6,1         | 4,2         |
| 2013              | 4           | 2,9         | 5,6         | 7,9         | 9,3          | 15           | 2,9          | 20           | 17           | 12,5         | 6,1         | 3,2         |
| 2014              | 4,3         | 3,5         | 7,1         | 11,8        | 12,3         | 17,2         | 18,5         | 20           | 18,2         | 14,8         | 8           | 4,2         |
| 2015              | 3,6         | 2,2         | 7,7         | 10,5        | 14,4         | 18,7         | 23,2         | 20           | 14,8         | 11,6         | 8,8         | 5,5         |
| 2016              | 5           | 4,4         | 4,9         | 7,6         | 12           | 17,5         | 21,1         | 21           | 17,4         | 13           | 6,2         | 5,5         |
| 2017              | 3,3         | 5,7         | 8,8         | 10,6        | 14,7         | 20,1         | 21           | 21,3         | 16           | 14,8         | 7,5         | 4,3         |
| 2018              | 4,4         | 2,7         | 5,5         | 10,1        | 12,9         | 17,5         | 20,7         | 21,8         | 19,7         | 12           | 7,6         | 6,7         |
| 2019              | 4,6         | 6,8         | 8,7         | 8,8         | 12,9         | 18,7         | 22           | 21,5         | 16,9         | 13,5         | 6,4         | 6,8         |
| 2020              | 5           | 8,7         | 7,9         | 11          | 16           | 17,2         | 22,4         | 20,9         | 16,8         | 10,7         | 9           | 4,1         |
| 2021              | 2           | 7,4         | 7,5         | 9,7         | 12,8         | 17,2         | 20,2         | 21,7         | 17,3         | 12,4         | 5,9         | 6,4         |
| <b>MEDIA</b>      | <b>3,82</b> | <b>4,52</b> | <b>6,88</b> | <b>9,83</b> | <b>13,11</b> | <b>17,60</b> | <b>19,43</b> | <b>20,92</b> | <b>17,00</b> | <b>12,49</b> | <b>7,05</b> | <b>4,93</b> |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET*

### 3.1.2 Temperatura media de las máximas de cada mes

*Tabla 2: Temperatura media máxima de Soria*

| Temperatura media máxima |             |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Año                      | Enero       | Febrero     | Marzo        | Abril        | Mayo         | Junio        | Julio        | Agosto       | Septiembre   | Octubre      | Noviembre    | Diciembre    |
| 2010                     | 5,4         | 6,6         | 10,4         | 16,2         | 16,9         | 22,5         | 30,1         | 29           | 24           | 17,2         | 9,3          | 8,3          |
| 2011                     | 8,3         | 11,4        | 11,1         |              | 21,4         |              |              |              |              | 21,1         | 12,8         | 9,4          |
| 2012                     | 9,8         | 7,1         | 14,9         | 11,5         | 21,2         | 26,6         | 28,7         | 29,8         | 23,5         | 17,1         | 10,2         | 8,4          |
| 2013                     | 8,3         | 6,6         | 9,4          | 13,4         | 15,1         | 21,8         | 28,6         | 28,3         | 24,7         | 17,9         | 9,7          | 9,3          |
| 2014                     | 7,7         | 7,2         | 13,2         | 18,2         | 19           | 24,6         | 25,7         | 27,9         | 25,1         | 21,4         | 12,2         | 9            |
| 2015                     | 9,4         | 6,2         | 13,6         | 16,7         | 21,4         | 26,6         | 31,5         | 27,8         | 22           | 17           | 15,1         | 12,1         |
| 2016                     | 8,9         | 8,8         | 9,8          | 13,1         | 18,1         | 25,3         | 29,6         | 29,8         | 25,1         | 20,2         | 10,9         | 11,6         |
| 2017                     | 8,6         | 11          | 15,6         | 18,3         | 21,7         | 27,5         | 29           | 29,4         | 23,8         | 23,2         | 14,4         | 9            |
| 2018                     | 9,1         | 7,2         | 9,6          | 15,9         | 19,3         | 24,3         | 28,2         | 30,6         | 28           | 18           | 11,9         | 12,5         |
| 2019                     | 10,3        | 14,8        | 16,2         | 14           | 20           | 26,9         | 30,1         | 29,7         | 23,8         | 19,8         | 9,5          | 12           |
| 2020                     | 9,9         | 15,4        | 13,4         | 15,5         | 22,7         | 24,2         | 31,2         | 29,2         | 23,9         | 16,2         | 14,5         | 7,5          |
| 2021                     | 6,9         | 12,1        | 13,4         | 15,4         | 19           | 24,2         | 28,6         | 30,7         | 23,5         | 20,2         | 10,9         | 11,7         |
| <b>MEDIA</b>             | <b>8,55</b> | <b>9,53</b> | <b>12,55</b> | <b>15,29</b> | <b>19,65</b> | <b>24,95</b> | <b>29,21</b> | <b>29,29</b> | <b>24,31</b> | <b>19,11</b> | <b>11,78</b> | <b>10,07</b> |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET*

### 3.1.3 Temperatura media de las mínimas de cada mes

Tabla 3: Temperatura media mínima de Soria

| Temperatura media mínima |              |              |             |             |             |              |              |              |             |             |             |              |
|--------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Año                      | Enero        | Febrero      | Marzo       | Abril       | Mayo        | Junio        | Julio        | Agosto       | Septiembre  | Octubre     | Noviembre   | Diciembre    |
| 2010                     | -1           | -1,2         | 0           | 4,2         | 5           | 9,4          | 13,4         | 11,9         | 8,5         | 3,5         | 0,3         | -0,6         |
| 2011                     | -0,9         | -0,5         | 1,4         |             | 8,1         |              |              |              | 4,4         | 3,6         |             | -0,9         |
| 2012                     | -2,4         | -0,36        | -0,1        | 2           | 7,2         | 11,1         | 11,1         | 13           | 9,7         | 5,9         | 2           | 0            |
| 2013                     | -0,2         | -0,9         | 1,8         | 2,2         | 3,5         | 8,2          | 13,2         | 11,6         | 9,3         | 7           | 2,4         | -3           |
| 2014                     | 0,9          | -0,3         | 0,9         | 5,4         | 5,5         | 9,8          | 11,3         | 12           | 11,3        | 8           | 3,7         | -0,7         |
| 2015                     | -2,1         | -1,7         | 1,7         | 4,2         | 7,3         | 11           | 14,9         | 12,1         | 7,7         | 6           | 2,6         | -1,1         |
| 2016                     | 1            | -0,1         | -0,1        | 2,2         | 5,8         | 9,6          | 12,6         | 12,1         | 9,7         | 5,7         | 1,5         | -0,6         |
| 2017                     | -2,1         | 0,3          | 2           | 2,8         | 7,7         | 12,6         | 13           | 13,2         | 8,2         | 6,4         | 0,7         | -0,4         |
| 2018                     | -0,2         | -1,8         | 1,3         | 4,3         | 6,5         | 10,7         | 13,2         | 13           | 11,4        | 5,9         | 3,4         | 0,8          |
| 2019                     | -1,1         | -1,3         | 1,1         | 3,5         | 5,7         | 10,5         | 13,8         | 13,3         | 10          | 7,1         | 3,2         | 1,5          |
| 2020                     | 0            | 2            | 2,3         | 6,5         | 9,3         | 10,2         | 13,6         | 12,7         | 9,6         | 5,2         | 3,4         | 0,6          |
| 2021                     | -2,9         | 2,6          | 1,5         | 3,9         | 6,4         | 10,2         | 11,8         | 12,5         | 11          | 4,5         | 0,8         | 1            |
| <b>MEDIA</b>             | <b>-0,92</b> | <b>-0,27</b> | <b>1,15</b> | <b>3,75</b> | <b>6,50</b> | <b>10,30</b> | <b>12,90</b> | <b>12,49</b> | <b>9,67</b> | <b>5,80</b> | <b>2,30</b> | <b>-0,28</b> |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET

### 3.1.4 Temperatura media de las máximas absolutas de cada mes

Tabla 4: Temperatura media de las máximas absolutas de Soria

| Temperatura máxima absoluta |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Año                         | Enero        | Febrero      | Marzo        | Abril        | Mayo         | Junio        | Julio        | Agosto       | Septiembre   | Octubre      | Noviembre    | Diciembre    |
| 2010                        | 11,8         | 16,4         | 17,4         | 26,2         | 25,6         | 29,6         | 34,5         | 36           | 32,2         | 24,8         | 22           | 18,4         |
| 2011                        | 26,6         | 20,4         | 21,4         |              | 28,1         |              |              |              |              | 29,8         | 19           | 14,9         |
| 2012                        | 14,2         | 18,7         | 22,3         | 19,8         | 30,2         | 34,4         | 34,1         | 36,3         | 32,2         | 25,5         | 15,4         | 14,1         |
| 2013                        | 17,3         | 12,8         | 14,4         | 25,7         | 22,5         | 29,5         | 32           | 33,6         | 29,8         | 23,2         | 18           | 15,5         |
| 2014                        | 14,1         | 13,3         | 22,5         | 24,8         | 26,4         | 29           | 33,6         | 31,7         | 33,3         | 26,4         | 21,4         | 15,4         |
| 2015                        | 17,6         | 13           | 22,9         | 21,3         | 32,7         | 34,1         | 35,6         | 34,1         | 26,7         | 21,3         | 22,8         | 17,1         |
| 2016                        | 16,9         | 17           | 18,5         | 18,2         | 24,6         | 32,1         | 35           | 34,2         | 35,2         | 26,4         | 21,9         | 18           |
| 2017                        | 15           | 19,7         | 25,4         | 25,6         | 30,2         | 34,4         | 34,2         | 35,2         | 29           | 30,2         | 21,3         | 15,5         |
| 2018                        | 15,9         | 15,5         | 18,4         | 25,2         | 25           | 32,6         | 32,7         | 36,6         | 33,9         | 26,5         | 18,1         | 19,4         |
| 2019                        | 17           | 21,8         | 23,2         | 22           | 28,6         | 37,9         | 35,9         | 34,2         | 29,5         | 28,5         | 16,3         | 20           |
| 2020                        | 16,1         | 23,2         | 24,7         | 20           | 29,5         | 33,5         | 37,2         | 36,6         | 31,8         | 24,5         | 21,1         | 14,8         |
| 2021                        | 15,8         | 17,1         | 22,3         | 21,3         | 26,9         | 29,9         | 36,2         | 38,5         | 30,4         | 24,6         | 18,9         | 20,5         |
| <b>MEDIA</b>                | <b>16,53</b> | <b>17,41</b> | <b>21,12</b> | <b>22,74</b> | <b>27,53</b> | <b>32,45</b> | <b>34,64</b> | <b>35,18</b> | <b>31,27</b> | <b>25,98</b> | <b>19,68</b> | <b>16,97</b> |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET

### 3.1.5 Temperatura media de las mínimas absolutas de cada mes

Tabla 5: Temperatura media de las mínimas absolutas de Soria

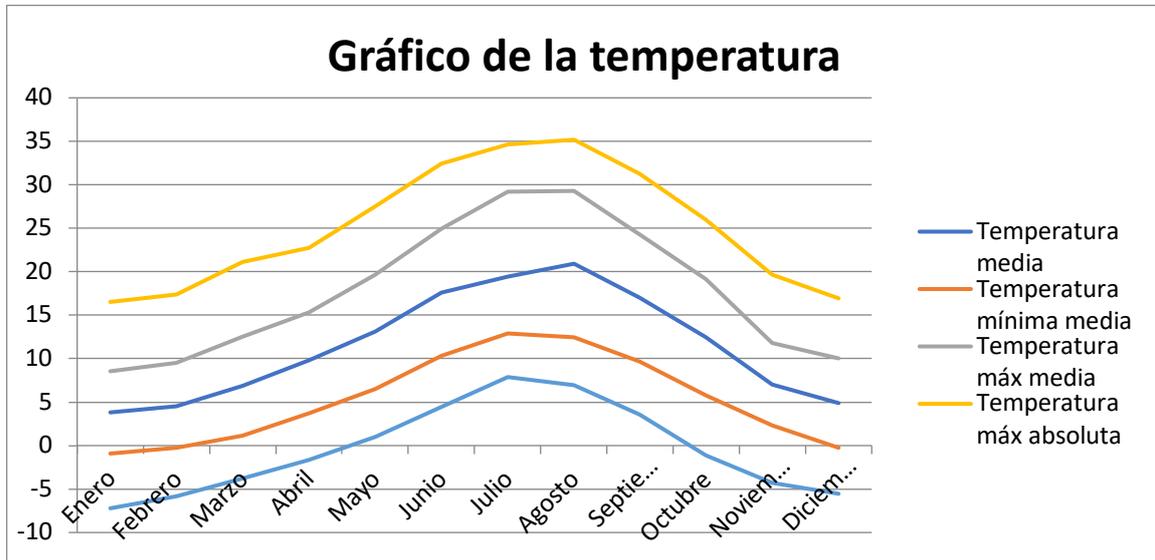
| Temperatura mínima absoluta |              |              |              |              |             |             |             |             |             |              |              |              |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Año                         | Enero        | Febrero      | Marzo        | Abril        | Mayo        | Junio       | Julio       | Agosto      | Septiembre  | Octubre      | Noviembre    | Diciembre    |
| 2010                        | -10,8        | -8           | -6,4         | -2,6         | -1,2        | 4           | 7,2         | 6,8         | -1,2        | -3           | -9,6         | -7,3         |
| 2011                        | -10,4        | -6           | -4,1         |              | 3,2         |             |             |             |             | -3,4         | -3,9         | -6,5         |
| 2012                        | -6,3         | -8,5         | -3,8         | -1,5         | 1,7         | 5,3         | 4,6         | 8,2         | 3           | -3,2         | -3,3         | -5,8         |
| 2013                        | -5,1         | -5,9         | -3,3         | -3,5         | -0,6        | 3           | 9,7         | 7,4         | 4,1         | -1,6         | -7,8         | -7,3         |
| 2014                        | -3,2         | -5,1         | -2,8         | 2,4          | 1,6         | 4           | 7,3         | 5,7         | 3,5         | 4,1          | -2,1         | -5,4         |
| 2015                        | -6,1         | -8,2         | -3,7         | 0,3          | 2,8         | 6,2         | 10,5        | 7,1         | 2,9         | -2,5         | -4,8         | -6,5         |
| 2016                        | -5,2         | -8           | -5,4         | -4,3         | 0,3         | 3,8         | 5,5         | 5,5         | 4,4         | -0,7         | -3           | -7,1         |
| 2017                        | -9,9         | -3,3         | -2,4         | -2,4         | -0,1        | 5,6         | 6,4         | 8           | 2,2         | -1,2         | -4,8         | -6,6         |
| 2018                        | -7,5         | -7,1         | -2,8         | 0,3          | -0,6        | 5,8         | 10,4        | 7,1         | 6,1         | -0,7         | -3,1         | -3,8         |
| 2019                        | -5,3         | -4,6         | -3,1         | -2,7         | -0,7        | 2,1         | 9,2         | 9,4         | 6,7         | 1,5          | -2,8         | -3,2         |
| 2020                        | -5,7         | -3,6         | -3           | -1,9         | 4,8         | 3           | 8,1         | 4,7         | 1,5         | -1,5         | -3,1         | -3,3         |
| 2021                        | -11,1        | -2           | -4,5         | -2,1         | 0,4         | 5,8         | 7,8         | 6,4         | 6,2         | -1,8         | -2,8         | -3,8         |
| <b>MEDIA</b>                | <b>-7,22</b> | <b>-5,86</b> | <b>-3,78</b> | <b>-1,64</b> | <b>0,97</b> | <b>4,42</b> | <b>7,88</b> | <b>6,94</b> | <b>3,58</b> | <b>-1,17</b> | <b>-4,26</b> | <b>-5,55</b> |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET

### 3.1.6 Gráfico de la temperatura anual en Soria

#### a) Gráfico de la temperatura anual en Soria

Gráfico 1: Temperatura anual de Soria



Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Radiación solar

La radiación solar es la energía emitida por el Sol que se propaga en todas las direcciones, a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. La medición de la radiación es importante en diversos ámbitos, pero sobre todo en nuestro caso ya que es la fuente principal de energía en la generación de electricidad ya que es el fundamento de la energía solar fotovoltaica

La radiación solar que llega a la Tierra es de 3 tipos:

- Radiación solar directa: es la que se recibe directamente del Sol y varía según el día y la estación del año.
- Radiación solar difusa: es la que recibimos debido al reflejo de la radiación solar sobre las nubes, partículas de aire.... En los días nublados es cuando mayor cantidad de radiación difusa se recibe.
- Radiación global: es la suma de la radiación directa y la difusa

A esto hay que añadir que la posición del sol varía a lo largo del día, por lo que varía también el ángulo con el cual los rayos solares inciden sobre la superficie, en este en los paneles solares.

De esta forma, la energía que se recibe va a depender de la orientación y de la inclinación de los módulos fotovoltaicos. Por ello, se realiza el estudio de la radiación que percibiremos en nuestro caso a través de los datos de la radiación solar que tenemos en el emplazamiento y que se han obtenido a través del programa PVGIS, teniendo en cuenta la inclinación de las placas fotovoltaicas que es de 16° se han obtenido los siguientes valores:

#### 3.2.1 Radiación global

La radiación global anual es obtenida de la suma de las radiaciones medias de cada mes a 16°, teniendo así un total de 1856,50 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabla 6: radiación global a 16°

|       | Radiación global a 16° |         |        |        |        |        |        |        |            |         |           |           |
|-------|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|       | Enero                  | Febrero | Marzo  | Abril  | Mayo   | Junio  | Julio  | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2010  | 72,33                  | 91,38   | 135,82 | 166,13 | 190,3  | 185,5  | 238,81 | 224,19 | 170,4      | 140,25  | 82,4      | 86,79     |
| 2011  | 86,54                  | 106,27  | 118,37 | 182,61 | 199,44 | 215,88 | 241,05 | 213,45 | 181,63     | 154,55  | 81,42     | 91,48     |
| 2012  | 113,11                 | 128,84  | 181,9  | 142,64 | 206,37 | 224,78 | 248,98 | 226,88 | 168,58     | 123,1   | 78,1      | 86,43     |
| 2013  | 91,81                  | 85,89   | 114,85 | 163,82 | 169,16 | 206,57 | 222,38 | 224,07 | 182,94     | 124,23  | 88,87     | 94,92     |
| 2014  | 75,54                  | 86,16   | 149,14 | 166,39 | 206,73 | 219,34 | 223,76 | 216,87 | 161,94     | 145,16  | 78,28     | 84,65     |
| 2015  | 104,72                 | 93,2    | 141,21 | 177,66 | 212,28 | 212,81 | 235,97 | 208,98 | 171,14     | 124,88  | 107,78    | 91,57     |
| 2016  | 77,19                  | 107,01  | 129,51 | 164,96 | 190,29 | 219,75 | 238,54 | 228,96 | 164,28     | 128,61  | 87,68     | 89,2      |
| 2017  | 100,83                 | 99,27   | 154,05 | 205,54 | 200,57 | 206,12 | 232,97 | 211,12 | 180,69     | 158,57  | 107,84    | 79,25     |
| 2018  | 84,84                  | 91,6    | 131,67 | 163,44 | 195,3  | 198,14 | 232,22 | 223,36 | 181,46     | 122,43  | 78,19     | 90,3      |
| 2019  | 103,36                 | 136,8   | 187,83 | 154,69 | 222,8  | 222,59 | 227,3  | 212,99 | 171,34     | 136,26  | 71,16     | 79,9      |
| 2020  | 87,91                  | 122,7   | 135,32 | 124,2  | 203,83 | 198,99 | 237,05 | 213,15 | 169,49     | 123,38  | 91,3      | 69,09     |
| MEDIA | 90,74                  | 104,47  | 143,61 | 164,73 | 199,73 | 210,04 | 234,46 | 218,55 | 173,08     | 134,67  | 86,64     | 85,78     |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de PVGIS

### 3.2.2 Radiación directa

La radiación directa media anual es de 1890,04 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabla 7: radiación directa

|       | Radiación directa |         |        |        |        |        |        |        |            |         |           |           |
|-------|-------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|       | Enero             | Febrero | Marzo  | Abril  | Mayo   | Junio  | Julio  | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2010  | 71,57             | 90,93   | 116,49 | 149,14 | 168,69 | 156,46 | 258,93 | 239,89 | 169,81     | 157,69  | 89,29     | 111,16    |
| 2011  | 107,03            | 116,43  | 99,82  | 179,09 | 180,26 | 204,04 | 253,35 | 221,54 | 197,63     | 183,09  | 87,81     | 124,37    |
| 2012  | 157,13            | 158,14  | 198,15 | 101,62 | 189,01 | 216,91 | 270,88 | 244,95 | 164,88     | 123,57  | 77,87     | 109,71    |
| 2013  | 114,55            | 76,93   | 83,43  | 140,57 | 143,74 | 196,07 | 227,84 | 245,09 | 194,16     | 125,7   | 99,34     | 134,33    |
| 2014  | 78,43             | 80,27   | 148,53 | 147,1  | 187,92 | 213,93 | 229,09 | 224,34 | 158,85     | 160,35  | 78,42     | 109,66    |
| 2015  | 140,89            | 90,72   | 132,48 | 164,31 | 211,89 | 213,67 | 245,09 | 212,66 | 166,31     | 127,56  | 138,96    | 120,09    |
| 2016  | 82,67             | 117,12  | 113,18 | 148,7  | 163,4  | 212,34 | 251,1  | 248,28 | 160,2      | 142,19  | 97,94     | 120,84    |
| 2017  | 133,97            | 108,3   | 148,94 | 219,24 | 178,79 | 195,28 | 246,11 | 215,82 | 186,19     | 191,4   | 134,15    | 100,75    |
| 2018  | 101,67            | 94,29   | 114,97 | 142,96 | 169,4  | 178,51 | 238,33 | 236,03 | 189,12     | 122,63  | 79,77     | 118,93    |
| 2019  | 142,55            | 179,82  | 216,55 | 133,51 | 223,28 | 207,66 | 228,68 | 215,38 | 170,89     | 144,51  | 60,38     | 102,71    |
| 2020  | 107,09            | 146,32  | 120,26 | 72,99  | 189,65 | 177,17 | 251,2  | 219,38 | 166,43     | 120,99  | 103,21    | 75,72     |
| MEDIA | 112,50            | 114,48  | 135,71 | 145,38 | 182,37 | 197,46 | 245,51 | 229,40 | 174,95     | 145,43  | 95,19     | 111,66    |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de PVGIS

### 3.2.3 Radiación difusa

Tabla 8: radiación difusa

|       | Radiación difusa |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |
|-------|------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|       | Enero            | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2010  | 0,55             | 0,49    | 0,49  | 0,42  | 0,4  | 0,42  | 0,25  | 0,27   | 0,36       | 0,35    | 0,48      | 0,42      |
| 2011  | 0,42             | 0,41    | 0,51  | 0,36  | 0,38 | 0,35  | 0,28  | 0,29   | 0,29       | 0,29    | 0,5       | 0,38      |
| 2012  | 0,31             | 0,31    | 0,31  | 0,55  | 0,38 | 0,34  | 0,25  | 0,26   | 0,36       | 0,41    | 0,53      | 0,43      |
| 2013  | 0,4              | 0,55    | 0,58  | 0,42  | 0,45 | 0,37  | 0,29  | 0,27   | 0,31       | 0,43    | 0,46      | 0,35      |
| 2014  | 0,53             | 0,51    | 0,4   | 0,42  | 0,38 | 0,34  | 0,31  | 0,3    | 0,38       | 0,35    | 0,52      | 0,41      |
| 2015  | 0,35             | 0,5     | 0,43  | 0,39  | 0,32 | 0,33  | 0,28  | 0,32   | 0,38       | 0,41    | 0,34      | 0,4       |
| 2016  | 0,51             | 0,4     | 0,49  | 0,43  | 0,42 | 0,34  | 0,28  | 0,25   | 0,36       | 0,36    | 0,43      | 0,38      |
| 2017  | 0,35             | 0,4     | 0,39  | 0,28  | 0,39 | 0,35  | 0,28  | 0,3    | 0,32       | 0,28    | 0,37      | 0,45      |
| 2018  | 0,43             | 0,46    | 0,46  | 0,44  | 0,41 | 0,39  | 0,3   | 0,29   | 0,32       | 0,43    | 0,52      | 0,37      |
| 2019  | 0,35             | 0,24    | 0,26  | 0,44  | 0,31 | 0,36  | 0,3   | 0,31   | 0,36       | 0,38    | 0,61      | 0,42      |
| 2020  | 0,45             | 0,32    | 0,47  | 0,62  | 0,36 | 0,41  | 0,26  | 0,3    | 0,36       | 0,45    | 0,43      | 0,55      |
| MEDIA | 0,42             | 0,42    | 0,44  | 0,43  | 0,38 | 0,36  | 0,28  | 0,29   | 0,35       | 0,38    | 0,47      | 0,41      |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de PVGIS

### 3.3 Duración del día

Es importante conocer la duración del día y del número de horas de luz, ya que así podremos saber los momentos en los que la instalación producirá energía. Además, nos permite saber en qué momento se pueden realizar las operaciones de mantenimiento, ya que se buscará que sea cuando haya menor luz, haciendo que las pérdidas de producción sean menores.

En la siguiente tabla se observan las horas de luz de la zona.

Tabla 9: duración del día

| Mes        | Horas de luz |
|------------|--------------|
| Enero      | 9,542        |
| Febrero    | 10,598       |
| Marzo      | 11,94        |
| Abril      | 13,345       |
| Mayo       | 14,541       |
| Junio      | 15,157       |
| Julio      | 14,865       |
| Agosto     | 13,823       |
| Septiembre | 12,483       |
| Octubre    | 11,087       |
| Noviembre  | 9,856        |
| Diciembre  | 9,208        |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de epdata.es

### 3.4 Nubosidad

Tabla 10: nº de días con niebla

|      | Nº de días de niebla |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |
|------|----------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|      | Enero                | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2010 | 3                    | 1       | 1     | 3     | 0    | 0     | 0     | 0      | 1          | 0       | 4         |           |
| 2011 |                      |         |       |       |      | 1     |       |        |            |         | 7         | 3         |
| 2012 | 0                    | 0       | 0     | 1     | 0    | 2     | 0     | 0      | 0          | 1       | 8         | 4         |
| 2013 | 2                    | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 4       | 1         | 1         |
| 2014 | 0                    | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 1      | 0          | 1       | 3         | 5         |
| 2015 | 1                    | 1       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 1       | 4         | 8         |
| 2016 | 5                    | 3       | 2     | 3     | 0    | 1     | 0     | 0      | 0          | 2       | 8         | 16        |
| 2017 | 6                    | 2       | 0     | 0     | 0    | 1     | 1     | 1      | 0          | 0       | 0         | 4         |
| 2018 | 6                    | 3       | 1     | 0     | 2    | 4     | 0     | 0      | 0          | 3       | 6         | 6         |
| 2019 | 0                    | 2       |       | 3     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 1       | 3         | 4         |
| 2020 | 5                    | 4       | 3     | 1     | 2    | 1     | 0     | 0      | 1          | 3       | 5         | 6         |
| 2021 | 2                    | 7       | 3     | 2     | 1    | 2     | 0     | 0      | 3          | 2       | 6         | 11        |
| 2022 | 3                    | 2       | 2     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 3       | 2         | 6         |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET

### 3.5 Precipitaciones

En este apartado, se realiza un pequeño estudio sobre las precipitaciones de la zona debido a que afecta de forma muy poco significativa en la producción de los paneles fotovoltaicos, ya que estos no van a generar la misma cantidad de energía que en un día soleado.

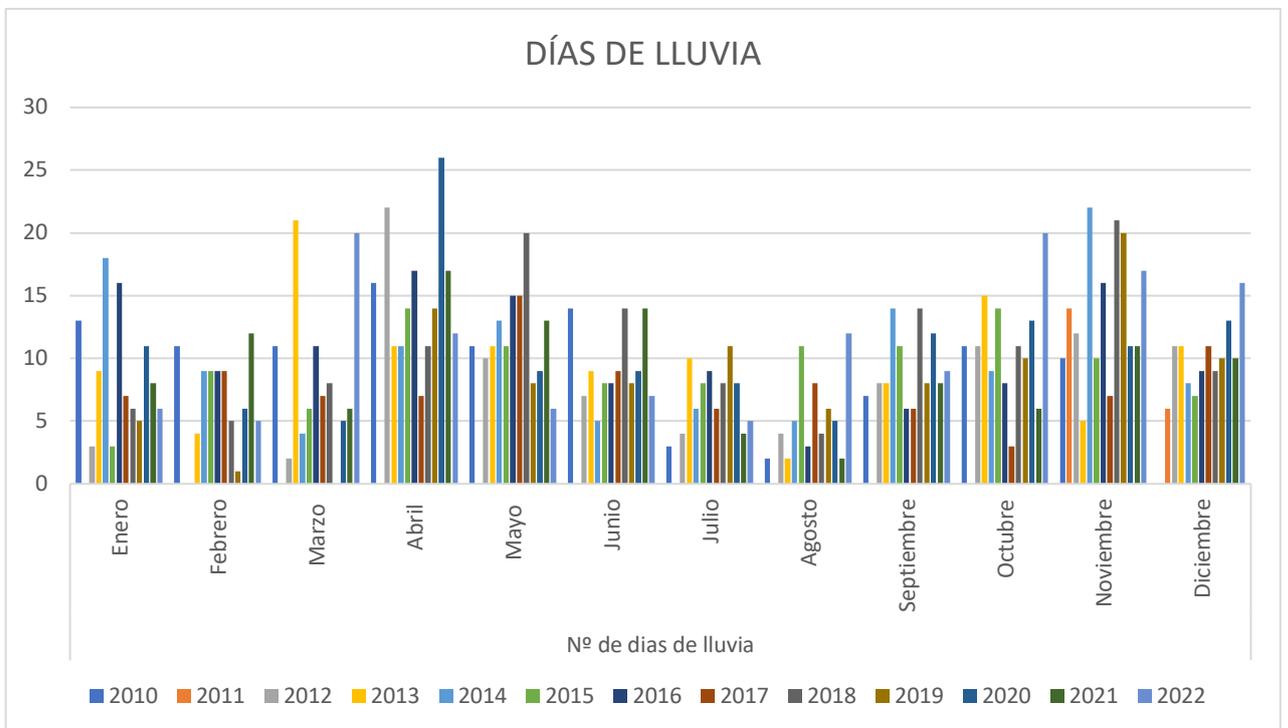
Sin embargo, los días de lluvia serán idóneos para que los paneles se limpien de la suciedad acumulada.

Tabla 11: n° de días de lluvia

|      | N° de días de lluvia |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |
|------|----------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|      | Enero                | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2010 | 13                   | 11      | 11    | 16    | 11   | 14    | 3     | 2      | 7          | 11      | 10        |           |
| 2011 |                      |         |       |       |      |       |       |        |            |         | 14        | 6         |
| 2012 | 3                    | 0       | 2     | 22    | 10   | 7     | 4     | 4      | 8          | 11      | 12        | 11        |
| 2013 | 9                    | 4       | 21    | 11    | 11   | 9     | 10    | 2      | 8          | 15      | 5         | 11        |
| 2014 | 18                   | 9       | 4     | 11    | 13   | 5     | 6     | 5      | 14         | 9       | 22        | 8         |
| 2015 | 3                    | 9       | 6     | 14    | 11   | 8     | 8     | 11     | 11         | 14      | 10        | 7         |
| 2016 | 16                   | 9       | 11    | 17    | 15   | 8     | 9     | 3      | 6          | 8       | 16        | 9         |
| 2017 | 7                    | 9       | 7     | 7     | 15   | 9     | 6     | 8      | 6          | 3       | 7         | 11        |
| 2018 | 6                    | 5       | 8     | 11    | 20   | 14    | 8     | 4      | 14         | 11      | 21        | 9         |
| 2019 | 5                    | 1       |       | 14    | 8    | 8     | 11    | 6      | 8          | 10      | 20        | 10        |
| 2020 | 11                   | 6       | 5     | 26    | 9    | 9     | 8     | 5      | 12         | 13      | 11        | 13        |
| 2021 | 8                    | 12      | 6     | 17    | 13   | 14    | 4     | 2      | 8          | 6       | 11        | 10        |
| 2022 | 6                    | 5       | 20    | 12    | 6    | 7     | 5     | 12     | 9          | 20      | 17        | 16        |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET

Gráfico 2: N° de días de lluvia



Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET

### 3.6 Viento

El viento es un aspecto fundamental para el diseño de los sistemas fotovoltaicos, ya que los vientos constantes y las ráfagas pueden llegar a causar deformaciones de los módulos y generar vibraciones que deterioran las estructuras de soporte. Por ello, se ha realizado el estudio del número de días de viento en nuestra localización.

Tabla 12: nº de días viento con velocidad > 55 km/h

| Días de viento con velocidad superior a 55 km/h |       |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |
|-------------------------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|                                                 | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2010                                            | 7     | 9       | 9     | 0     | 3    | 2     | 0     | 1      | 0          | 5       | 4         | 3         |
| 2011                                            | 1     | 5       | 1     |       | 1    |       |       | 2      |            |         | 2         | 2         |
| 2012                                            | 0     | 8       | 1     | 3     | 0    | 3     | 2     | 1      | 3          | 1       | 0         | 1         |
| 2013                                            | 2     | 7       | 6     | 1     | 0    | 0     | 0     | 0      |            | 0       | 7         | 2         |
| 2014                                            | 3     | 7       | 4     | 1     | 3    | 1     | 0     | 0      | 1          | 1       | 1         | 3         |
| 2015                                            | 5     | 4       | 2     | 0     | 0    | 0     | 1     | 1      | 1          | 1       | 3         | 0         |
| 2016                                            | 7     | 11      | 2     | 2     | 1    | 1     | 1     | 0      | 0          | 0       | 1         | 0         |
| 2017                                            | 3     | 6       | 4     | 2     | 0    | 4     | 0     | 1      | 0          | 0       | 0         | 6         |
| 2018                                            | 2     | 1       | 9     | 2     | 0    | 1     | 0     | 1      | 0          | 1       | 0         | 1         |
| 2019                                            | 4     | 1       | 2     | 1     | 2    | 0     | 0     | 0      | 0          | 1       | 4         | 5         |
| 2020                                            | 2     | 2       | 4     | 0     | 0    | 0     | 2     | 1      | 0          | 3       | 0         | 6         |
| 2021                                            | 5     | 1       | 2     | 0     | 0    | 0     | 0     | 1      | 0          | 1       | 2         | 4         |
| 2022                                            | 0     | 0       | 0     | 2     | 0    | 1     | 1     | 0      | 0          | 2       | 3         | 1         |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET

Tabla 13: nº de días viento con velocidad > 91 km/h

| Días de viento con velocidad superior a 91 km/h |       |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |
|-------------------------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|                                                 | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2010                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2011                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 1      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2012                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2013                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2014                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2015                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2016                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2017                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2018                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 1         | 1         |
| 2019                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 1         | 1         |
| 2020                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2021                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |
| 2022                                            | 0     | 0       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |

Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET

### 3.7 Humedad

La humedad, es un factor que puede afectar en la eficiencia de los paneles solares. En los peores casos la atmósfera absorbe más cantidad de luz solar produciendo así que la cantidad de luz que llega al panel sea menor, reduciendo así hasta en un 30% su eficiencia.

Se realizará por ello, un estudio de la humedad en Soria que vendrá expresado en la tabla.

*Tabla 14: Humedad*

|      | HUMEDAD RELATIVA |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |
|------|------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|      | Enero            | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2010 | 82               | 75      | 65    | 64    | 62   | 58    | 43    | 45     | 56         | 61      | 79        |           |
| 2011 | 78               | 67      | 73    |       | 62   |       |       | 43     |            | 55      |           | 74        |
| 2012 | 70               | 54      | 50    | 73    | 54   | 44    | 40    | 39     | 52         | 71      | 81        | 81        |
| 2013 | 78               | 76      | 79    | 67    | 65   | 57    | 50    | 49     | 60         | 72      | 73        | 74        |
| 2014 | 84               | 81      | 61    | 65    | 54   | 49    | 53    | 53     | 59         | 67      | 82        | 76        |
| 2015 | 68               |         | 62    | 61    | 52   | 52    | 44    | 50     | 59         | 70      | 74        | 76        |
| 2016 | 84               | 77      | 71    | 70    | 60   | 52    | 46    | 44     | 55         | 64      | 78        | 78        |
| 2017 | 67               | 73      | 63    | 48    | 58   | 55    | 47    | 48     | 53         | 53      | 60        | 75        |
| 2018 | 79               | 69      | 73    | 67    | 63   | 62    | 51    | 48     | 57         | 65      | 79        | 75        |
| 2019 | 62               | 58      | 51    | 66    | 48   | 40    | 46    | 47     | 57         | 67      | 84        | 77        |
| 2020 | 76               | 66      | 68    | 78    | 58   | 57    | 44    | 48     | 55         | 71      | 76        | 82        |
| 2021 | 80               | 77      | 61    | 64    | 61   | 60    | 45    | 43     | 63         | 62      | 72        | 79        |
| 2022 | 59               | 61      | 78    | 62    | 51   | 42    | 36    | 43     | 54         | 63      | 79        | 87        |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos de AEMET*

## 4. CONCLUSIÓN

Soria presenta uno de los climas más fríos de España y aunque reciba menos radiación solar que otras zonas, presenta mejores relaciones potencia-temperatura ya que, la menor temperatura de la provincia hace que los paneles solares trabajen a un mejor rendimiento.

## **ANEJO II: SITUACIÓN ACTUAL DE LA ENERGÍA EN ESPAÑA**



## 1. INTRODUCCIÓN

El marco político de la energía en España está regulado por el contexto internacional y la política de la Unión Europea (UE). En 2015, en París, se llevó a cabo un acuerdo cuya finalidad era mantener el incremento de temperatura media global por debajo de los 2°C respecto a los valores existentes antes de la revolución industrial e incluso limitarlo a 1,5°C. Este acuerdo fue rectificado en 2016 por la UE y entró en vigor en España en el año 2017, dando así un impulso a las políticas energéticas y de cambio climático. Entre 2018 y 2019 se aprobaron medidas legislativas sobre la eficiencia energética, energías renovables, diseño de mercado eléctrico, seguridad de suministro y reglas de gobernanza para la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima.

A partir de las conclusiones llegadas en el Consejo Europeo del 10 y 11 de diciembre de 2020, se propuso como objetivo reducir al 55% las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el año 2030.

Dada la dominancia de los combustibles fósiles en el sistema energético de España, se observa una gran dependencia energética que en 2019 llegó a alcanzar un 73%, muy por encima de la media europea. Sin embargo, presenta niveles altos de diversificación de proveedores de gas y petróleo en Europa.

## 2. PLAN NACIONAL INTEGRADO DE LA ENERGÍA Y CLIMA (PNIEC) 2021 – 2030

En el ámbito nacional, el Marco Estratégico de Energía y Clima permite desarrollar políticas monetarias como son la Ley 7/2001 de cambio climático y transición energética, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021 – 2030, la Estrategia de Transición Justa y la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050.

El PNIEC es un documento de planificación desde 2021 hasta 2030 en el que se establecen las bases para conseguir la neutralidad climática mediante objetivos sobre la eficiencia energética, emisiones de CO<sub>2</sub>, mercado interior de energía, seguridad energética y de investigación, innovación y competitividad. Este plan busca facilitar el aprovechamiento económico a través de las oportunidades que ofrece la descarbonización.

Las medidas contempladas en el PNIEC permitirán alcanzar los siguientes resultados en 2030:

1. 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 1990
2. 39,5% de mejora de la eficiencia energética
3. 42% de renovables sobre el uso final de la energía
4. 74% de energía renovable en la generación eléctrica

## **3. AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE)**

La AEI se centra en los cambios que va a permitir conseguir la transición energética teniendo como apoyo la tecnología y los recursos disponibles y explotando al máximo el potencial de las mejoras de la eficiencia energética.

### **3.1. Electricidad**

La electricidad es uno de los suministros más importantes de la economía ya que con ello se alimentan comunidades, industrias, etc. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el consumo de electricidad presenta dos frentes muy diferenciados:

1. Por un lado, nos encontramos con economías avanzadas e industriales, en las que hay una compensación entre el aumento de consumo de energía eléctrica por la digitalización y electrificación y las mejoras en la eficiencia energética.
2. Y por otro, las economías en desarrollo y emergentes en las que se observa un crecimiento en la demanda de energía causada por la expansión industrial y el crecimiento del sector servicios.

Actualmente, la generación de electricidad presenta una tendencia hacia la utilización de fuentes de bajas emisiones de carbono y energías renovables.

### **3.2. Eficiencia energética y energías renovables**

Con la finalidad de cumplir los objetivos de la ODS (Objetivos de desarrollo sostenible) y lo pactado en el Acuerdo de París, es necesario aumentar las inversiones económicas en eficiencia energética y energías renovables. A ello hay que sumarle un cambio en la mentalidad sobre cómo producir y consumir la energía y fomentar la economía circular y el reciclaje.

Se espera que en el 2040 la contribución global de las energías renovables en la electricidad sea entorno a un 45%, destacando entre ellas la energía solar y eólica. Hay que destacar también, que se ha producido una evolución del coste de las baterías y la capacidad de almacenamiento de estas, siendo esto una pieza fundamental en el mundo de las energías renovables.

### **3.3. Agencia internacional de las energías renovables (IRENA)**

IRENA es una organización intergubernamental dedicada a las energías renovables y tiene como finalidad promover y reforzar el uso sostenible de las energías renovables (bioenergía, energía geotérmica, hidráulica...)

En los últimos años, el sector energético ha empezado a cambiar gracias al uso de tecnologías basadas en las energías renovables. Sin embargo, en el caso de los

edificios e industrias, el progreso en la eficiencia energética se está quedando obsoleto.

### 3.4. Normativa europea en materia de energía

En junio del 2019, se publicaron en el Diario Oficial de la Unión Europea diferentes instrumentos legislativos donde el Parlamento Europeo y el Consejo completan el paquete de “Energía Limpia” en el que se incluyen los medios necesarios para que la UE sea líder mundial en la transición energética hacia la descarbonización y en el uso de fuentes de generación de energía renovable.

## 4. ESTRUCTURA ENERGÉTICA DE ESPAÑA

Todas las formas de energía disponibles en la naturaleza antes de ser transformadas se conocen como energía primaria, mientras que aquella que se destina al uso directo (bien sea en forma de calor o de electricidad) la denominamos energía final.

En 2020, tras el COVID-19, la economía mundial presentó un crecimiento negativo y el PIB de los países desarrollados descendió. La economía española fue la más perjudicada, por lo que el consumo de energía primaria descendió un 13,3% y la energía final un 13,6%.

### 4.1. Consumo de energía primaria

El consumo de energía primaria en España durante el 2020 fue de 209.329 ktep. En cuanto a las fuentes de energía, resalta la disminución del uso del carbón como fuente primaria de energía. Hay que añadir también que la energía primaria de productos petrolíferos disminuyó un 2,6 % debido a su menor uso en la generación de energía eléctrica. Por el contrario, el gas incrementó su aportación respecto a otros años. Y las energías renovables aumentaron en la producción de energía.

Tabla 15: Producción interior de energía prima

| PRODUCCIÓN INTERIOR DE ENERGÍA PRIMARIA (ktep) |         |          |       |            |                        |          |          |
|------------------------------------------------|---------|----------|-------|------------|------------------------|----------|----------|
| Año                                            | Carbón  | Petróleo | Gas   | Renovables | Residuos no renovables | Nuclear  | Total    |
| 2015                                           | 1.246,1 | 234,4    | 54,1  | 16.900,6   | 252,0                  | 14.903,2 | 33.590,4 |
| 2016                                           | 736,2   | 142,5    | 48,0  | 17.741,7   | 235,2                  | 15.272,9 | 34.176,5 |
| 2017                                           | 1.127,8 | 121,2    | 23,8  | 16.982,8   | 259,7                  | 15.131,5 | 33.646,8 |
| 2018                                           | 882,9   | 87,9     | 75,5  | 18.048,2   | 325,1                  | 14.478,8 | 33.898,4 |
| 2019                                           | 0,0     | 40,4     | 116,2 | 18.431,2   | 313,3                  | 15.218,0 | 34.119,1 |
| 2020                                           | 70,0    | 27,5     | 49,7  | 18.367,3   | 282,0                  | 15.196,7 | 33.993,2 |

Fuente: Elaboración propia mediante datos del Libro de energía de España

Hay que añadir también que cada fuente de energía renovable ha experimentado una evolución diferente:

*Tabla 16: Evolución de las fuentes de energía*

| Tecnología         | ktep  | Δ 2019/2018 |
|--------------------|-------|-------------|
| Hidráulica         | 2.119 | + 9'3 %     |
| Eólica             | 4.785 | + 19'6 %    |
| Solar fotovoltaica | 810   | + 15 %      |
| Solar térmica      | 2572  | 0 %         |
| Biomasa            | 19    | + 1'6%      |
| Biogás             | 5.528 | - 1'7 %     |
| RSU                | 260   | + 0'6 %     |
| Biocombustibles    | 1.674 | - 2'9 %     |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos del Libro de energía de España*

La creación de parques fotovoltaicos permitió que la energía solar fotovoltaica y la energía termoeléctrica incrementaran, compensando así a la energía hidráulica con su descenso a consecuencia de un año seco.

## 4.2. Evolución de la dependencia e intensidad energética primaria

El uso de las energías renovables ha hecho que España se incline hacia una mayor diversificación de la energía. De esta forma, el potencial de producción junto con las energías renovables y los progresos en eficiencia energética han tenido un efecto positivo en la capacidad de autoabastecimiento.

*Tabla 17: Grado de abastecimiento de las energías*

| GRADO DE ABASTECIMIENTO |        |          |     |            |                        |         |
|-------------------------|--------|----------|-----|------------|------------------------|---------|
| Año                     | Carbón | Petróleo | Gas | Renovables | Residuos no renovables | Nuclear |
| 2015                    | 9,2    | 0,4      | 0,2 | 101,6      | 100                    | 100     |
| 2016                    | 6,8    | 0,3      | 0,2 | 101,5      | 100                    | 100     |
| 2017                    | 8,7    | 0,2      | 0,1 | 103        | 100                    | 100     |
| 2018                    | 7,7    | 0,2      | 0,3 | 100,6      | 100                    | 100     |
| 2019                    | 0      | 0,1      | 0,4 | 102,3      | 100                    | 100     |
| 2020                    | 3,6    | 0,1      | 0,2 | 100        | 100                    | 100     |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos del Libro de energía de España*

### 4.3. Consumo de energía eléctrica

En cuanto al consumo, este disminuyó significativamente con respecto a 2019.

*Tabla 18: Consumo de energía eléctrica en España*

| <b>AÑO</b>  | <b>MILLONES DE KWH</b> |
|-------------|------------------------|
| <b>2010</b> | 256.629                |
| <b>2011</b> | 248.656                |
| <b>2012</b> | 245.687                |
| <b>2013</b> | 235.986                |
| <b>2014</b> | 233.321                |
| <b>2015</b> | 236.752                |
| <b>2016</b> | 238.493                |
| <b>2017</b> | 242.305                |
| <b>2018</b> | 243.379                |
| <b>2019</b> | 239.454                |
| <b>2020</b> | 226.464                |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos del Libro de energía de España*

## 5. BALANCE ENERGÉTICO

Los balances de energía dan una idea sobre la evolución del consumo y la producción de energía. Tienen gran importancia ya que permiten el análisis y creación de una política energética.

A partir de la secretaria de estado de energía se obtienen las principales magnitudes de los balances energéticos. La metodología al realizar el balance se rige según la Agencia Internacional de la Energía.

*Tabla 19: Balance de energía eléctrica en España*

| <b>BALANCE DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ESPAÑA</b> |                  |
|-----------------------------------------------|------------------|
| GWh                                           | <b>Año 2020</b>  |
| Nuclear                                       | 55.756,8         |
| Eólica                                        | 54.878,7         |
| Ciclo combinado                               | 44.023,8         |
| Hidráulica                                    | 30.548,7         |
| Cogeneración                                  | 26.952,6         |
| Solar fotovoltaica                            | 15.261,7         |
| Carbón                                        | 5.022,0          |
| Solar térmica                                 | 4.538,3          |
| Turbinación bombeo                            | 2.745,9          |
| Motores diésel                                | 2.399,4          |
| Residuos no renovables                        | 2.014,8          |
| Turbina de vapor                              | 1.387,6          |
| RR                                            | 725,4            |
| Turbina de gas                                | 406,6            |
| Hidroeólica                                   | 19,5             |
| <b>TOTAL, DE GENERACIÓN</b>                   | <b>246.681,8</b> |
| Demanda en boca                               | 249.819,1        |
| Pérdidas en transporte y distribución         | -23.355,0        |
| <b>CONSUMO FINAL</b>                          | <b>226.464,1</b> |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos del Libro de energía de España*

## 6. SECTOR ELÉCTRICO

Como sabemos, el suministro de energía eléctrica es esencial para el funcionamiento de la sociedad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el precio de la electricidad es un factor que influye en la economía española.

Hay que destacar también que es un producto que no se puede almacenar, por lo que tanto la oferta como la demanda deben ser iguales en cada instante de tiempo, lo que

implica una relación entre la producción de energía eléctrica y la inversión en generación y transporte de esta.

El suministro de energía eléctrica consiste en la entrega de energía a través de redes de transporte y distribución. Las actividades que se llevan a cabo para el suministro son:

- Generación: es la producción de energía eléctrica
- Transporte: cuya finalidad es transmitir la EE mediante una red de transporte y abastecer a los diferentes consumidores. Esta red de transporte está formada por la red de transporte primario (tensión  $\geq 380$  kV) y la red de transporte secundario (tensión de hasta 220 kV)
- Distribución: transmite la EE desde las redes de transporte hasta los puntos de consumo.
- Servicios de recarga energética
- Comercialización e intercambios intracomunitarios e internacionales: es la venta de EE por parte de empresas, que acceden a las redes de transporte o distribución, a los consumidores.
- Gestión económica y técnica

La norma básica nacional del sector eléctrico es la Ley 24/2013, en el que se establece el marco regulatorio del sector con el fin de garantizar el suministro de energía eléctrica y adaptarlo a las necesidades de los consumidores teniendo en cuenta la seguridad, calidad, objetividad y eficiencia con un coste mínimo. De esta forma, las empresas tienen libertad a la hora de poner en marcha una empresa, pero requieren de autorizaciones administrativas como:

- Autorización previa que otorgará, una vez concedida a la empresa, el derecho a realizar una instalación concreta.
- Autorización de construcción o de obra, que permite al titular realizar la construcción de la instalación según los requisitos técnicos exigidos.
- Autorización de explotación, una vez ejecutado el proyecto, se procede a la puesta en marcha de las instalaciones y posteriormente a su explotación.

Hay que tener en cuenta, que la tramitación para la obtención de estas autorizaciones está regulada por el Real Decreto 1955/2000.

## **6.1. Energía limpia de la UE en el mercado**

La normativa de la Unión Europea “Energía limpia para todos los europeos” busca alcanzar objetivos climáticos europeos a 2030, asegurando el suministro y la competitividad en los precios de la energía. De esta forma, se diseña el mercado interior de la electricidad para garantizar el buen funcionamiento, competitividad y ausencia de distorsiones. Por ello uno de los elementos más importantes es asegurar que los proveedores de electricidad puedan fijar sus propios precios, habiendo más competencia y reduciendo así los precios al por menor. Y a su vez, se protege a los clientes vulnerables, ya que el Estado aplica precios regulados a este tipo de clientes.

Se espera que los consumidores participen también en el mercado con la venta de la electricidad autogenerada o uniéndose a comunidades de energía.

## 6.2. Organización del mercado eléctrico de producción

Mediante el Real Decreto – Ley 1/2019, se establecieron medidas sobre las normas comunes para el mercado interior de la electricidad y gas natural.

El mercado eléctrico de producción puede ser de diferentes tipos:

- Mercados a plazo: conjunto de mercados que, con antelación a la entrega física de energía, se intercambian contratos de compraventa de electricidad con plazos de entre superiores a 24 horas.
- Mercado diario e intradiario: estos cubren los horizontes diarios.
- Servicio de ajuste y de balance: cuyo fin es resolver las restricciones técnicas del sistema.
- Mercados no organizados

## 6.3. Precio de la electricidad

El precio relacionado con el consumo final de electricidad está compuesto por:

- Coste de la energía
- Coste del servicio de gestión de la demanda de interrumpibilidad
- Retribución del Operador del Sistema (REE) y del Operador del Mercado (OMIE)
- Margen de comercialización
- Peajes de acceso fijados por el Gobierno que depende la potencia (€/kW y año) y la energía (€/kWh)

El precio medio del suministro de energía se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 20: Precio medio de la energía*

| AÑO  | DOMÉSTICO<br>P ≤ 10 KW<br>(PVPC) | DOMÉSTICO<br>P ≤ 10 KW<br>(ML) | DOMÉSTICO<br>P > 10 KW<br>(ML) | PYME<br>(ML) | INDUSTRIAL<br>(ML) |
|------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------------|
| 2016 | 215                              | 255                            | 246                            | 175          | 104                |
| 2017 | 236                              | 259                            | 247                            | 170          | 107                |
| 2018 | 240                              | 266                            | 251                            | 173          | 113                |
| 2019 | 224                              | 271                            | 257                            | 179          | 112                |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos del Libro de energía de España*

Como vemos, se han producido las siguientes variaciones en el año 2019:

- - 7 % para domésticos acogidos al PVPC
- 2 % para domésticos hasta 10 kW en caso de mercado libre
- 3 % para domésticos de más de 10 kW

- 3 % para PYMES
- -1 % para industrias

#### 6.4. Potencia instalada de energía eléctrica

La potencia instalada del parque generador de energía eléctrica en España en 2020 fue de 110.462 MW mientras que en Castilla y León fue de 12.195 MW, tal como se muestra en la tabla siguiente:

*Tabla 21: Potencia instalada de energía eléctrica*

| MW                     | TOTAL, DE POTENCIA INSTALADA ESPAÑA | TOTAL, DE POTENCIA INSTALADA CASTILLA Y LEÓN |
|------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| Hidráulica             | 17.085                              | 4.399                                        |
| Turbinación bombeo     | 3.329                               | -                                            |
| Nuclear                | 7.117                               | -                                            |
| Carbón                 | 5.733                               | -                                            |
| Gas                    | 2.447                               | -                                            |
| Ciclo combinado        | 26.284                              | -                                            |
| Hidroeléctrica         | 11                                  | -                                            |
| Eólica                 | 27.259                              | 6.268                                        |
| Solar fotovoltaica     | 11.547                              | 840                                          |
| Solar térmica          | 2.304                               | -                                            |
| Otras renovables       | 1.076                               | 96                                           |
| Cogeneración           | 5.633                               | 592                                          |
| Residuos no renovables | 477                                 | -                                            |
| Residuos renovables    | 157                                 | -                                            |
| <b>TOTAL</b>           | <b>110.462</b>                      | <b>12.195</b>                                |

*Fuente: Elaboración propia mediante datos del Libro de energía de España*

## 7. ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 7.1. Introducción

El desarrollo y evolución de las fuentes de energía renovables es uno de los puntos fundamentales en la política energética nacional. La política nacional que regula este tipo de energías es el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España y en el que aparecen los siguientes tipos de energías:

- De generación eléctrica
  - Eólica
  - Hidroeléctrica
  - Solar fotovoltaica
- De aprovechamiento térmico
  - Solar térmica de baja temperatura
  - Biomasa
  - Biogás
  - Biocarburantes
  - Valorización energética de RSU

### 7.2. Generación eléctrica renovable

En la siguiente tabla se muestra la generación de electricidad a través de las diferentes tecnologías renovables en el año 2019:

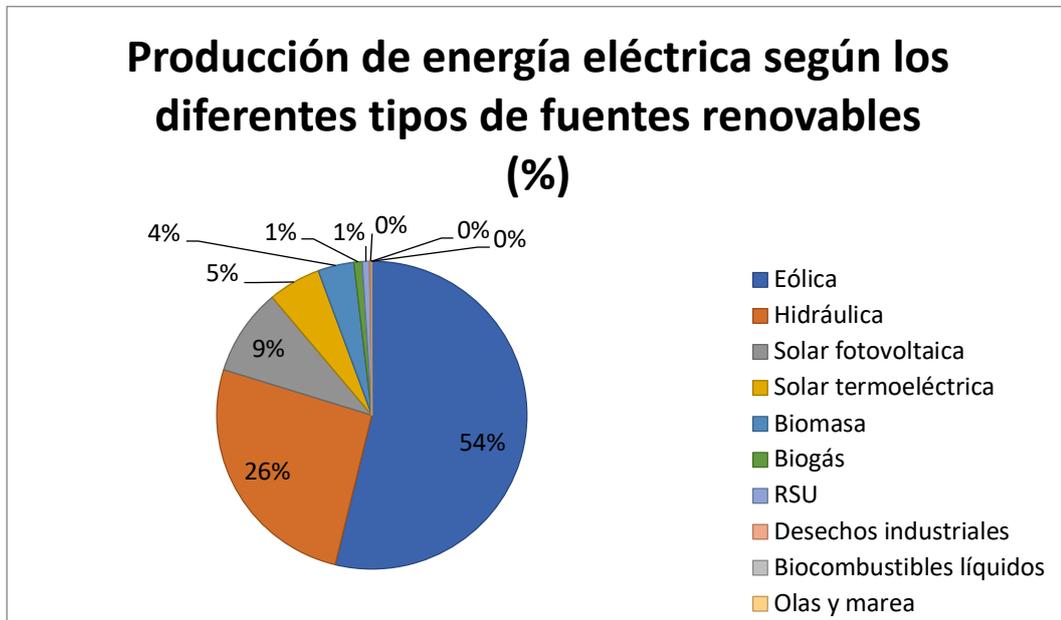
*Tabla 21: Generación de electricidad renovable*

| TECNOLOGÍA               | ENERGÍA (GWH)  |
|--------------------------|----------------|
| Eólica                   | 55.647         |
| Hidráulica               | 26.874         |
| Solar fotovoltaica       | 9.420          |
| Solar termoeléctrica     | 5.683          |
| Biomasa                  | 3885           |
| Biogás                   | 904            |
| RSU                      | 770            |
| Desechos industriales    | 215            |
| Biocombustibles líquidos | 13             |
| Olas y marea             | 20             |
| <b>TOTAL</b>             | <b>103.431</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Las fuentes de energía renovables según el Libro de Energía de España generaron una potencia de 58.269 MW lo que supondría un 56% del total de la potencia del sistema eléctrico español. Hay que destacar, que la energía eólica produjo casi el 54% del total de energía eléctrica generada.

Gráfico 2: Producción de energía según los distintos tipos de fuentes de energía renovables



Fuente: Elaboración propia mediante datos del Libro de energía de España

### Normativa

- Real Decreto-Ley 17/2019 se adoptan las medidas urgentes para la adaptación de parámetros retributivos que afectan al sistema eléctrico y por el que se da respuesta al proceso de cese de actividad de centrales térmicas de generación.
- Orden TEC/427/2019, establece los valores de la retribución a la operación correspondiente al segundo semestre del año 2018 en el que se aprueban instalaciones tipo y se fijan sus correspondientes parámetros retributivos, aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Resolución de 27 de diciembre de 2018 del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, en la que se realiza la 1ª convocatoria de ayudas a la inversión en instalaciones de producción de EE mediante la tecnología eólica situadas en Canarias y cofinanciadas con Fondos Comunitarios FEDER.
- Resolución de 27 de diciembre de 2019 de la Dirección General del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, en la que se realiza la 1ª convocatoria de ayudas a la inversión en instalaciones de producción de EE mediante la tecnología solar fotovoltaica situadas en Baleares y cofinanciadas con Fondos Comunitarios FEDER.

## **Eficiencia energética**

La eficiencia energética es la capacidad de optimizar los resultados de cualquier actividad haciendo uso de la menor cantidad posible de recursos energéticos, con el fin de disminuir el consumo de cualquier tipo de energía y minimizar a su vez, los impactos ambientales asociados a ellos.

La Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, creó un marco común para fomentar la eficiencia energética dentro de la Unión Europea y establece una serie de acciones que se deben llevar a cabo para alcanzar un mayor nivel de ahorro de energía, teniendo como objetivo conseguir una mejora de la eficiencia en un 32'5% en 2030. Por ello, España ha optado por 2 sistemas permitidos por la DEE:

- a)** Un sistema de obligaciones de eficiencia energética además del FNEE, regulado por la Ley 18/2014
- b)** Adopción de medidas de actuación alternativas



## **ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**



PROYECTO PARA LA MEJORA DE LEFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR EN  
EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA

## 1. INTRODUCCIÓN

Cada vez, más familias, empresas y comunidades eligen una instalación fotovoltaica gracias a la versatilidad que ofrece el montaje, ya sea en los tejados de edificios, casas o en cubiertas de naves industriales. A su vez, contribuyen a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y también consiguen un gran ahorro en las facturas de luz.

De cara a un proyecto, siempre es necesario elegir la mejor opción entre todas las posibilidades existentes, teniendo en cuenta varias variables que influyen en la vida útil de cada uno de los elementos principales que componen el proyecto. Por ello, se realizará un estudio de las alternativas que encontramos en el mercado y que nos permitirá hacer una elección más adecuada.

En este caso, se han analizado las alternativas existentes para cada uno de los componentes principales en una instalación fotovoltaica y con ello se ha podido hacer una elección del mejor para cada caso.

## 2. ELECCIÓN ENTRE PANELES SOLARES HÍBRIDOS, FOTOVOLTAICOS O TÉRMICOS

La energía solar es la energía que se aprovecha del Sol. Si el aprovechamiento de este recurso permite generar energía eléctrica da lugar así a lo que conocemos por energía solar fotovoltaica en las que se usan placas solares fotovoltaicas. Por el contrario, si el aprovechamiento tiene como finalidad calentar un fluido, hablaremos de energía solar térmica mediante el uso de placas solares térmicas. Finalmente, si mezclamos ambos conceptos, encontramos los paneles solares híbridos, estos son capaces de producir electricidad y calor.

Hay que tener en cuenta que los rendimientos eléctricos y térmicos de los paneles híbridos son inferiores a los módulos fotovoltaicos y térmicos. Sin embargo, su rendimiento total en condiciones normales es más elevado que los módulos convencionales (solares o térmicos).

Para la elección del sistema que se va a utilizar, se tendrán en cuenta 3 parámetros. De esta forma, para cada alternativa y a cada parámetro se les otorgará una ponderación entre 0 a 5, con el fin de obtener una puntuación final en cada una de las alternativas. Esto nos permite compararlas entre ellas y se seleccionará la que mayor puntuación tenga.

| PARÁMETROS A EVALUAR | PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS | PANELES SOLARES TÉRMICOS | PANELES SOLARES HÍBRIDOS |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| EFICIENCIA           | 2                             | 4                        | 5                        |
| AHORRO DE COSTOS     | 3                             | 3                        | 5                        |
| RENTABILIDAD         | 4                             | 4                        | 5                        |

*Tabla 22: Comparativa de alternativas*

*Fuente: elaboración propia*

### 3. ELECCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS HÍBRIDOS

Un panel solar híbrido es aquel que combina la tecnología fotovoltaica y térmica y es capaz de generar electricidad y calor de forma simultánea. Esta característica se debe a la capacidad que tienen los paneles híbridos para captar el mayor número de espectros que componen la luz solar a diferencia de los paneles fotovoltaicos y térmicos que sólo son capaces de captar la luz ultravioleta e infrarroja respectivamente. Los paneles solares híbridos se componen por:

- En su parte delantera, por células fotovoltaicas que permiten la conversión de la energía solar en energía eléctrica.
- La parte trasera del panel presenta un colector térmico que recoge la radiación solar y la convierte en calor.

Con el paso del tiempo, el mercado de los módulos híbridos ha ido evolucionando por lo que han ido apareciendo varios modelos y marcas que ofrecen este tipo de paneles. De esta forma, encontramos tres tipos de paneles solares híbridos:

1. Paneles solares híbridos de generación 0 (PVT-0): son los modelos más básicos. Estos están compuestos por células fotovoltaicas, un absorbedor de calor y una caja de conexiones para el cableado, pero no tiene aislamiento por ninguno de los lados por lo que la temperatura que alcanzan es inferior al resto de paneles.
2. Paneles solares híbridos de 1ª generación (PVT-1): este tipo de paneles incorporan una cubierta trasera que permite conservar mejor calor, disminuyendo así las pérdidas. La disposición de esta cubierta en la parte trasera hace que la parte fotovoltaica del módulo no alcance tanta temperatura, consiguiendo así una mayor eficiencia en la obtención de energía eléctrica. Son ideales para lugares con altas temperaturas en los que se pretende obtener un mayor potencial de la parte fotovoltaica.
3. Paneles solares híbridos de 2ª generación (PVT-2): estos paneles presentan una cubierta trasera y una cubierta frontal transparente, consiguiendo disminuir las pérdidas de calor tanto en la parte trasera como en la parte frontal del módulo, aumentando así el rendimiento del panel. Al reducir las pérdidas de calor, estos paneles son ideales para lugares con temperaturas bajas en los que se quiere potenciar la parte térmica.

Para la instalación propuesta, se plantean 3 alternativas para la elección de módulos que se muestran en la siguiente tabla.

Siendo:

-  Módulo 1: Abora aH72SK
-  Módulo 2: Ecomesh - EndeF Engineering

| Módulo                                                     | 1               | 2               |
|------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| <b>ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS</b>                         |                 |                 |
| Potencia (W)                                               | 350             | 260             |
| Eficiencia (%)                                             | 17'8            | 15              |
| Coefficiente de pérdida de potencia por temperatura (%/°C) | -0'35           | -0'37           |
| <b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>                           |                 |                 |
| Peso (kg)                                                  | 50              | 45'8            |
| Tipo de célula                                             | Monocristalino  | Monocristalino  |
| Nº de células                                              | 72              | 60              |
| Dimensiones (mm)                                           | 1970 x 995 x 85 | 1645 x 978 x 93 |
| Precio por módulo (€)                                      |                 |                 |
| <b>ESPECIFICACIONES TÉRMICAS</b>                           |                 |                 |
| Rendimiento óptico                                         | 0'7             | 0'51            |
| Capacidad (L)                                              | 1'78            | 1'2             |

Tabla 23: Características de los módulos

Fuente: elaboración propia a partir de los catálogos de los fabricantes

Para la selección del módulo se tendrán en cuenta 3 parámetros. De esta forma, para cada alternativa y a cada parámetro se les otorgará una ponderación entre 0 a 5, con el fin de obtener una puntuación final en cada una de las alternativas. Esto nos permite compararlas entre ellas y seleccionar la que mayor puntuación tenga.

- ✚ Potencia por unidad de superficie: hace referencia a los vatios (W) que entrega el panel por m<sup>2</sup>. A mayor potencia, menor número de paneles a utilizar para obtener la misma potencia y de esta forma, reducir los costes.
- ✚ Eficiencia del panel: es la relación entre la energía que incide sobre el panel y la que produce en forma de energía eléctrica.
- ✚ Rendimiento óptico: es la relación entre la radiación solar recibida y el aprovechamiento del captador.

| PARÁMETROS A EVALUAR | ALTERNATIVA 1 | ALTERNATIVA 2 |
|----------------------|---------------|---------------|
| Potencia             | 5             | 4             |
| Eficiencia           | 5             | 4             |
| Rendimiento óptico   | 5             | 4             |

Tabla 24: Comparativa de alternativas

Fuente: elaboración propia

Según la tabla anterior se observa que la mejor alternativa es la número 1, ya que ha obtenido una mayor puntuación. Por tanto, el módulo que se usará en este proyecto corresponde con el módulo **Abora aH72SK** del fabricante **ABORA**.

## 4. ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS MÓDULOS

Es importante tener en cuenta que los módulos fotovoltaicos híbridos deben instalarse sobre estructuras de montaje estables que sostengan el conjunto. Las estructuras de soporte tienen como función mantener a los paneles orientados e inclinados de la forma más adecuada, con el fin de sacar el máximo provecho a la radiación y evitar que se desplacen bajo condiciones meteorológicas adversas como podría ser el viento, la lluvia o la nieve.

En nuestro caso, al colocar las placas sobre una cubierta de teja analizaremos estructuras diseñadas para anclar los paneles a este tipo de cubiertas.

Para la elección de la estructura de soporte se plantean dos tipos diferentes cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

| CARACTERÍSTICAS                 | ESTRUCTURA DE SOPORTE - FABRICANTE                                             |                                                                                |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | Autosolar Energy:<br>Soporte con salvateja                                     | Atersa shop:<br>Estructura coplanar para<br>montaje sobre teja                 |
| Material                        | Perfilería en aluminio EN AW 6005A T6<br>Tornillería de acero inoxidable A2-70 | Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6<br>Tornillería de acero inoxidable A2-70 |
| Garantía de la estructura       | 25 años                                                                        | 10 años                                                                        |
| Velocidad de viento que soporta | 150 km/h                                                                       | 150 km/h                                                                       |
| Facilidad de montaje            | Media                                                                          | Media                                                                          |
| Precio                          | 88'43 €                                                                        | 82'41 €                                                                        |

*Tabla 25: Características de las estructuras de soporte*

*Fuente: elaboración propia a partir de los catálogos de los fabricantes*

A partir de esto, se realiza un análisis de las alternativas que tenemos asignando a cada alternativa y cada característica una puntuación del 1 al 5, que permitirá obtener una puntuación final de cada uno de ellos y poder compararlos y elegir la mejor alternativa.

| PARÁMETROS A EVALUAR | ALTERNATIVAS     |             |
|----------------------|------------------|-------------|
|                      | Autosolar Energy | Atersa shop |
| Precio               | 4                | 5           |
| Facilidad de montaje | 4                | 4           |
| Garantía             | 5                | 3           |

*Tabla 26: Comparativa de alternativas  
Fuente: elaboración propia*

En la tabla 30 se ve que la mejor alternativa es Autosolar Energy. Por ello, como elección del tipo de estructura que se usará en la instalación de placas solares híbridas serán las estructuras de soporte del fabricante **Autosolar Energy**.

## 5. INVERSOR

El inversor es un dispositivo eléctrico que permite convertir la corriente continua (CC) procedente de los paneles en corriente alterna (CA) necesaria para el uso en el edificio.

Los paneles solares híbridos al captar la radiación solar son capaces de producir energía eléctrica en forma de corriente continua, por lo que el inversor será un elemento indispensable para poder suministrar energía eléctrica a los componentes que tenemos dentro del edificio, ya que estos se alimentan de corriente alterna.

Además, también cumple otro tipo de funciones como son:

- Proteger la instalación: en caso de un problema o cortocircuito deben poder parar la generación de energía.
- Optimizar la producción de electricidad
- Sincronizarse con la red eléctrica o baterías.
- Recoger y ofrecer información útil referida a la producción de energía y rendimiento de la instalación y de cada uno de los paneles con el fin de comprobar su correcto funcionamiento.

Por otro lado, nos encontramos con diferentes tipos de inversores:

- Inversores de conexión a la red: en este caso, las instalaciones solares están conectadas a la red eléctrica y la misión del inversor es, convertir la corriente y mantener la tensión de la energía generada por los paneles fotovoltaicos híbridos por encima de la de la red con el objetivo de priorizar el uso de la energía solar y ahorrando todo lo posible.
- Inversores de instalaciones aisladas con baterías: cuando las instalaciones fotovoltaicas son 100% independientes de la red, estas cuentan con baterías para almacenar la energía. En este caso, los inversores tienen como funciones:
  - Cargar las baterías y controlar su carga
  - Proporcionar seguridad
  - Conversión de la corriente
- Inversores mixtos de baterías e instalación de red: permiten gestionar de forma correcta las 3 fuentes de energía que tienen (la red, las baterías y los paneles fotovoltaicos).
- Inversores monofásicos
- Inversores trifásicos
- Microinversores: se colocan de forma individual en cada panel y convierten directamente la corriente continua que generan los paneles en corriente alterna.
- Inversores de cadena: gestionan a la vez toda la energía que obtienen de los paneles conectados en serie entre sí.

Como se observa, hay una gran variedad de inversores. Por ello, es necesario realizar una comparación entre las diferentes alternativas que encontramos en el mercado, se contrastan así 3 alternativas que podrían adaptarse mejor a nuestro caso:

*Tabla 27: Características de los inversores*

*Fuente: elaboración propia a partir de los catálogos de los fabricantes*

| CARACTERÍSTICAS            | ALTERNATIVAS DE INVERSORES |                               |                                  |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|                            | Huawei SUN2000-17KTL-M2    | Quattro 24/8000/200 – 100/100 | Sunny Tripower 10.0 Smart Energy |
| Tensión máxima de entrada  | 1080 V                     | 187 – 265 V                   | 600 V                            |
| Peso                       | 21 kg                      | 45 kg                         | 30 kg                            |
| Potencia nominal de salida | 17.000 W                   | 16.000 W                      | 15.000 W                         |
| Eficiencia máxima          | 98'65 %                    | 96 %                          | 98'1 %                           |
| Eficiencia europea         | 98'3 %                     | 94 %                          | 97'5 %                           |

Tras reflejar cada una de las alternativas, se realiza un análisis de cada una de ellas mediante la puntuación del 0 al 5 de 3 parámetros (potencia, eficiencia máxima y rango de voltaje operativo), obteniendo así una puntuación global de cada alternativa que nos va a permitir comparar cada una de las alternativas y se procederá a elegir la que mayor puntuación tenga.

| PARÁMETROS A EVALUAR      | ALTERNATIVAS |   |   |
|---------------------------|--------------|---|---|
|                           | 1            | 2 | 3 |
| Potencia                  | 5            | 4 | 4 |
| Eficiencia máxima         | 5            | 3 | 4 |
| Tensión máxima de entrada | 5            | 3 | 4 |

*Tabla 28: Comparativa de alternativas*

*Fuente: elaboración propia*

Siendo:

- Alternativa 1: Huawei SUN2000-17KTL-M2
- Alternativa 2: Quattro 284/8000/200 – 100/100
- Alternativa 3: Sunny Tripower 10.0 Smart Energy

De esta forma, según la tabla 31 se observa que la alternativa 1 ha obtenido una mejor puntuación. Por ello, será el inversor **Huawei SUN2000-17KTL-M2** el que se utilizará en este proyecto.





## **ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL**





# 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN ACTUAL

El Hotel-restaurante Campos de Castilla está asociado a una tarifa 3.0TD para su consumo eléctrico, la cual es una tarifa de acceso para todos los puntos de suministro de BT con más de 15kW de potencia contratada. Por otro lado, consta el establecimiento con un depósito de gasoil, que le permite proporcionar calefacción y agua caliente sanitaria a todo el local.

Para la realización del presente estudio, se ha partido de los datos de consumo de los 2 últimos años y los costes medios en término de energía y potencia estimados, que serán los utilizados para posteriormente evaluar el ahorro anual proporcionado por la instalación.

## 1.1. Tarifa 3.0TD

La tarifa 3.0TD consta de 6 periodos tanto en el término de potencia como en el término de consumo, siendo el P1 el periodo más caro y el P6 el periodo más económico. Las tarifas se dividen en 4 temporadas al año:

- Temporada alta
- Temporada media alta
- Temporada media
- Temporada baja

En la siguiente tabla se muestra la distribución de las temporadas a lo largo del año en la Península.

| TEMPORADAS TARIFA 3.0TD |            |
|-------------------------|------------|
| Mes                     | Tarifa     |
| Enero                   | Alta       |
| Febrero                 | Alta       |
| Marzo                   | Media alta |
| Abril                   | Baja       |
| Mayo                    | Baja       |
| Junio                   | Media      |
| Julio                   | Alta       |
| Agosto                  | Media      |
| Septiembre              | Media      |
| Octubre                 | Baja       |
| Noviembre               | Media alta |
| Diciembre               | Alta       |

*Tabla 29: distribución de temporadas en un año  
Fuente: elaboración propia*

En los siguientes gráficos se muestra la distribución de los periodos según la temporada:

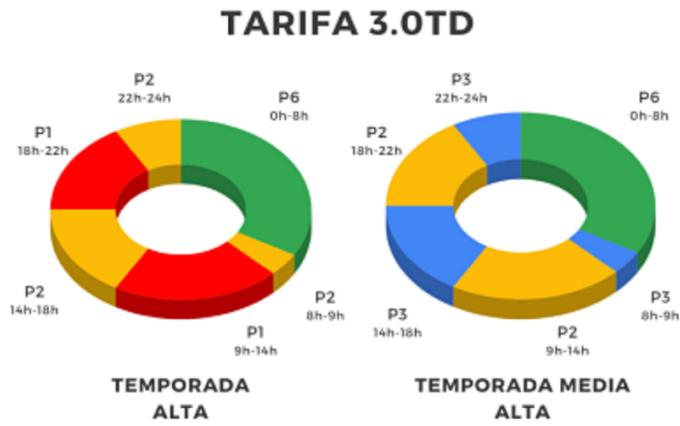


Figura 1: tarifa alta y media alta  
Fuente: [www.gestionservicios.com](http://www.gestionservicios.com)

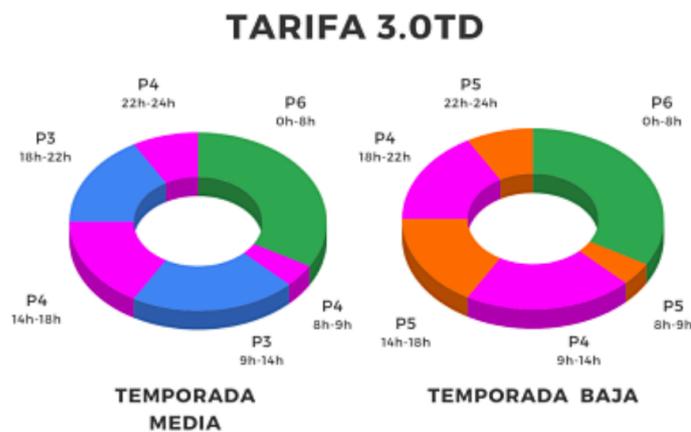


Figura 2: tarifa media y baja  
Fuente: [www.gestionservicios.com](http://www.gestionservicios.com)

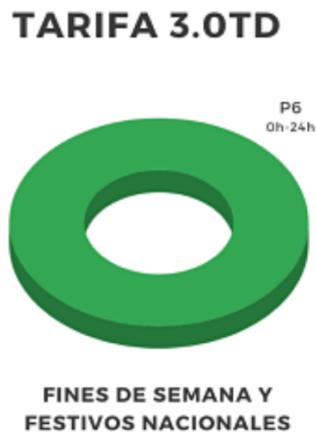


Figura 3: tarifa fines de semana y festivos  
Fuente: [www.gestionservicios.com](http://www.gestionservicios.com)

Por otro lado, el coste medio del término de energía estimados se muestra en la siguiente tabla.

| <b>COSTE MEDIO (€/kWh)</b> |               |
|----------------------------|---------------|
| <b>Período</b>             | <b>Precio</b> |
| P1                         | 0,29          |
| P2                         | 0,28          |
| P3                         | 0,26          |
| P4                         | 0,255         |
| P5                         | 0,244         |
| P6                         | 0,251         |

*Tabla 30: Coste medio del término de energía*

*Fuente: elaboración propia*

## 1.2. Consumo eléctrico y costes

Los datos de consumo y costes medios en término de energía han sido obtenidos a partir de las facturas de luz de la compañía Iberdrola que se han emitido al representante.

A continuación, se muestra los consumos mensuales según los periodos, que se han obtenido en los últimos 2 años:

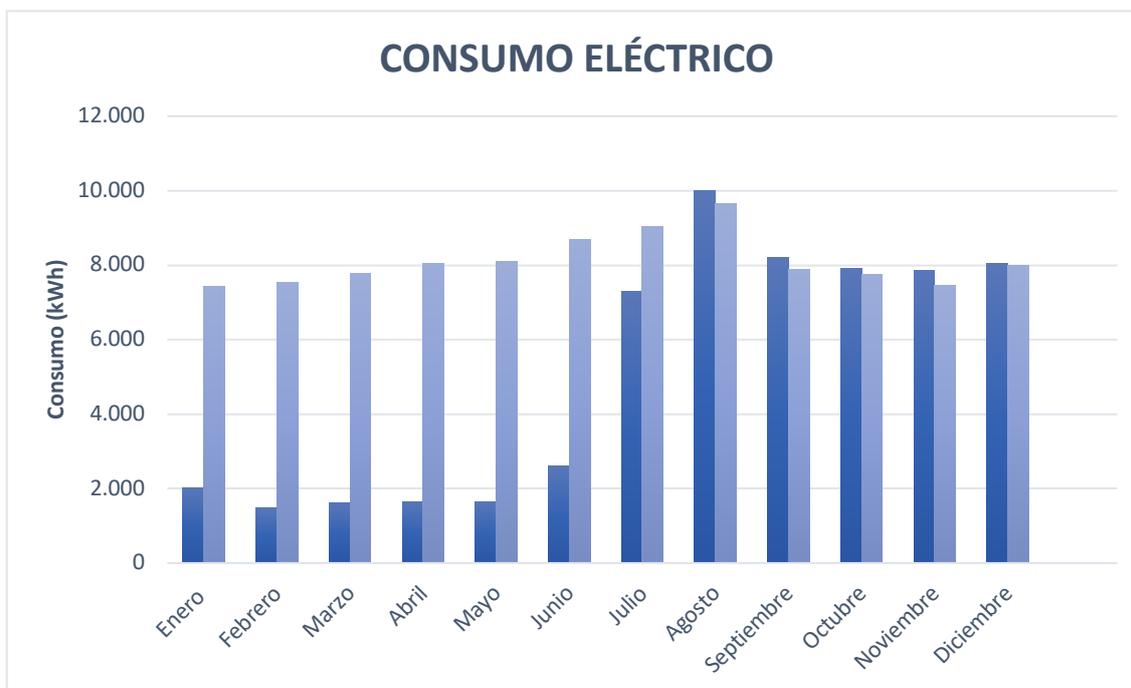
| Fecha    | Consumo P1 | Consumo P2 | Consumo P3 | Consumo P4 | Consumo P5 | Consumo P6 | Consumo total |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| 31/1/21  | 282        | 608        | 413        | 131        | 368        | 224        | 2.026         |
| 28/2/21  | 220        | 492        | 370        | 77         | 199        | 139        | 1.497         |
| 31/3/21  | 236        | 534        | 433        | 74         | 196        | 153        | 1.626         |
| 30/4/21  | 177        | 614        | 415        | 76         | 238        | 152        | 1.672         |
| 31/5/21  | 171        | 557        | 394        | 94         | 264        | 181        | 1.661         |
| 30/6/21  | 0          | 0          | 841        | 551        | 0          | 1.225      | 2.617         |
| 31/7/21  | 2.133      | 1.836      | 0          | 0          | 0          | 3.329      | 7.298         |
| 31/8/21  | 0          | 0          | 2.812      | 2.498      | 0          | 4.688      | 9.998         |
| 30/9/21  | 0          | 0          | 2.330      | 2.101      | 0          | 3.769      | 8.200         |
| 31/10/21 | 0          | 0          | 0          | 1.912      | 1.744      | 4.264      | 7.920         |
| 30/11/21 | 0          | 2.187      | 2.024      | 0          | 0          | 3.653      | 7.864         |
| 31/12/21 | 2.102      | 1.959      | 0          | 0          | 0          | 3.992      | 8.053         |
| 31/1/22  | 1.985      | 1.738      | 0          | 0          | 0          | 3.718      | 7.441         |
| 28/2/22  | 2.133      | 1.862      | 0          | 0          | 0          | 3.542      | 7.537         |
| 31/3/22  | 0          | 2.370      | 2.082      | 0          | 0          | 3.318      | 7.770         |
| 30/4/22  | 0          | 0          | 0          | 2.170      | 2.015      | 3.871      | 8.056         |
| 31/5/22  | 0          | 0          | 0          | 2.200      | 2.040      | 3.871      | 8.111         |
| 27/6/22  | 0          | 0          | 2000       | 2300       | 0          | 4.377      | 8.677         |
| 31/7/22  | 2.250      | 2.024      | 200        | 175        | 0          | 4.377      | 9.026         |
| 31/8/22  | 0          | 0          | 2.595      | 2.470      | 0          | 4.593      | 9.658         |
| 30/9/22  | 0          | 0          | 2.214      | 2.095      | 0          | 3.587      | 7.896         |
| 31/10/22 | 0          | 0          | 0          | 1.925      | 1.803      | 4.026      | 7.754         |
| 30/11/22 | 0          | 2.082      | 1.806      | 0          | 0          | 3.564      | 7.452         |
| 31/12/22 | 2.120      | 1.900      |            |            |            | 3.980      | 8.000         |

*Tabla 31: Consumo eléctrico*

*Fuente: elaboración propia*

|                   | Consumo (kWh) 2021 | Consumo (kWh) 2022 |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Enero</b>      | 2.026              | 7.441              |
| <b>Febrero</b>    | 1.497              | 7.537              |
| <b>Marzo</b>      | 1.626              | 7.770              |
| <b>Abril</b>      | 1.672              | 8.056              |
| <b>Mayo</b>       | 1.661              | 8.111              |
| <b>Junio</b>      | 2.617              | 8.677              |
| <b>Julio</b>      | 7.298              | 9.026              |
| <b>Agosto</b>     | 9.998              | 9.658              |
| <b>Septiembre</b> | 8.200              | 7.896              |
| <b>Octubre</b>    | 7.920              | 7.754              |
| <b>Noviembre</b>  | 7.864              | 7.452              |
| <b>Diciembre</b>  | 8.053              | 8.000              |

*Tabla 32: Consumo eléctrico  
Fuente: elaboración propia*



*Gráfico 3: Consumo eléctrico  
Fuente: elaboración propia*

También se muestra en la siguiente tabla, los precios de cada uno de los periodos.

|           |              |
|-----------|--------------|
| <b>P1</b> | 0,1900 €/kWh |
| <b>P2</b> | 0,2000 €/kWh |
| <b>P3</b> | 0,1769 €/kWh |
| <b>P4</b> | 0,1601 €/kWh |
| <b>P5</b> | 0,1550 €/kWh |
| <b>P6</b> | 0,1588 €/kWh |

*Tabla 33: precios por periodos  
Fuente: elaboración propia*

### 1.3. Gastos de calefacción y agua caliente sanitaria

Como se ha mencionado anteriormente, el establecimiento usa como fuente de energía para tener calefacción y agua caliente, el gasoil. Por ello, a continuación, se muestra su gasto mensual. Hay que tener en cuenta que dispone de un depósito, por lo que no se sabe con exactitud cuál es su consumo.

| MES        | GASTO AÑO 2021 | GASTO AÑO 2022 |
|------------|----------------|----------------|
| Enero      | 1.214,3 €      | 2.428,80 €     |
| Febrero    | 1.260,51 €     | 2.495,03 €     |
| Marzo      |                |                |
| Abril      | 1.561,27 €     | 3.731,83 €     |
| Mayo       | 1.725,42 €     | 3.837,91 €     |
| Junio      | 1.080,00 €     | 2.160,20 €     |
| Julio      |                |                |
| Agosto     |                |                |
| Septiembre | 1.145,97 €     | 2.864,92 €     |
| Octubre    | 2.079,84 €     | 3.639,72 €     |
| Noviembre  | 1.837,51 €     | 3.675,02 €     |
| Diciembre  | 2.279,75 €     | 3.419,62 €     |

Tabla 34: gastos en calefacción y ACS  
Fuente: elaboración propia

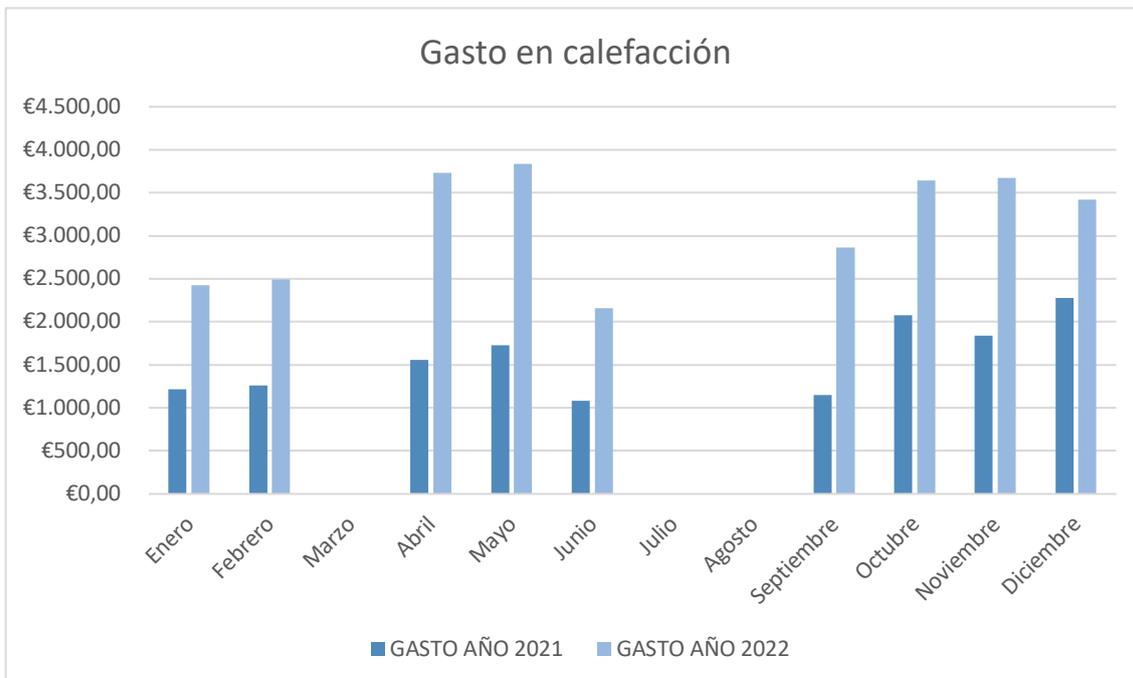


Gráfico 4: Gasto calefacción y ACS  
Fuente: elaboración propia

## **ANEJO V: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN HÍBRIDA**







# 1. INTRODUCCIÓN

A principios del año 2021, los precios mundiales de la energía comenzaron a aumentar, pero sobre todo en Europa donde los precios del gas y electricidad se han encarecido, llegando en 2022 a alcanzar valores máximos, provocando graves efectos en hogares y empresas. A esto hay que añadirle la guerra de Ucrania, que supuso una crisis en el suministro de combustibles fósiles.

Por ello, la Unión Europea decidió poner fin a la dependencia de los combustibles fósiles y comenzó a desarrollar nuevas formas de generar energía para evitar futuros problemas de suministro. Así, se adoptaron diversas políticas que facilitan y aceleran la transición energética:

1. Promover el uso de las energías renovables en el sector eléctrico.
2. Electrificación de la demanda.
3. Desarrollo del gas descarbonizado: hidrógeno verde.

Por tanto, los gobiernos tienen un papel imprescindible en la transición, ya que es necesario contar con una planificación para el desarrollo de las nuevas energías, fomentar la inversión en nuevas tecnologías y proteger al consumidor en el mercado, consiguiendo una transición energética justa tanto para el comercializador como para el consumidor.

Como se ha mencionado anteriormente, entre las nuevas formas de generar electricidad se encuentra la energía fotovoltaica que, a través de unos dispositivos denominados placas solares, conseguimos transformar la energía procedente del Sol en energía eléctrica, usando placas solares fotovoltaicas o en energía térmica mediante el uso de placas solares térmicas.

En este proyecto, se optará por un sistema híbrido con el que conseguiremos energía eléctrica y térmica mediante el uso indispensable de placas solares híbridas.

## 2. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO DEL SISTEMA

Como consecuencia del cambio en el modelo energético, lo que se creía imposible hace unos años es hoy una realidad: el autoconsumo eléctrico, es decir, producir y gestionar la energía de una manera sencilla, limpia y rentable.

Un sistema fotovoltaico híbrido es capaz de recoger y transformar la radiación solar en energía eléctrica y térmica. Esto es gracias a la capacidad que tienen los módulos para aprovechar todo el espectro de luz existente, aprovechando así la energía solar y térmica a la vez. La innovación, multitud de ventajas y versatilidad es lo que hace que estos paneles sean más demandados en ciertos sectores.

Una instalación fotovoltaica híbrida sigue el siguiente esquema:

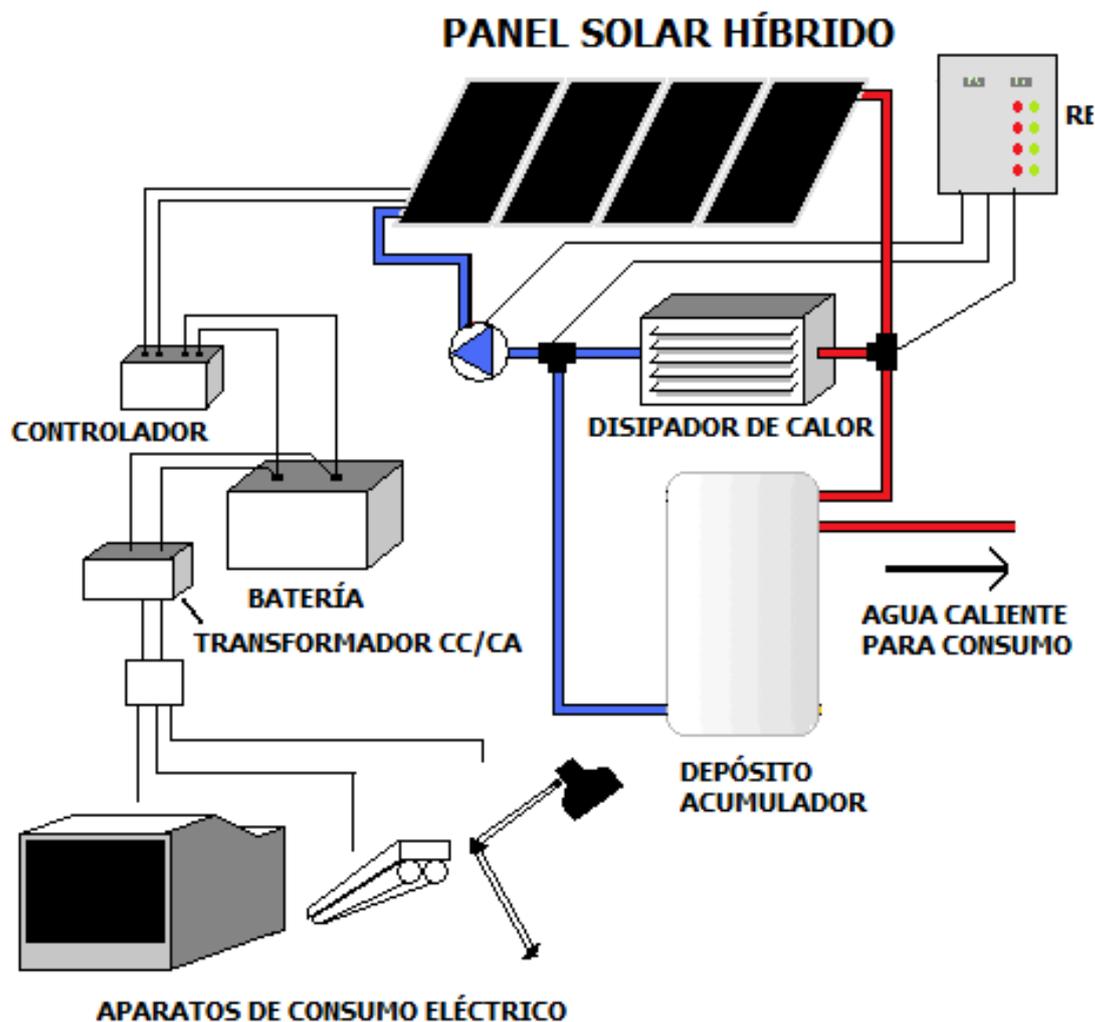


Figura 4: esquema de funcionamiento sistema híbrido

Fuente: <https://www.quetzalingeneria.es/quieres-conocer-los-paneles-solares-hibridos/>

Así, la instalación para el presente proyecto constará de paneles solares híbridos que captarán la energía del sol para convertirla en energía eléctrica y térmica, inversores que permiten transformar la corriente continua generada por los paneles a corriente alterna para su uso eléctrico, un sistema de control y monitorización (contador), depósito acumulador de agua caliente y todas las protecciones necesarias tanto para la corriente continua como para la corriente alterna.

## 2.1 Campo fotovoltaico

En este caso, la instalación estará acogida a la modalidad de autoconsumo con excedentes acogida a compensación y con conexión directa a red interior. De esta forma, se pretende que toda la energía que se produzca y no se consuma se pueda volcar a red y recibir así una compensación en la factura de luz por la compañía eléctrica distribuidora.

El campo fotovoltaico de la instalación estará formado por 96 módulos solares híbridos de 350 W de potencia, teniendo así una potencia pico instalada de 33.600 W.

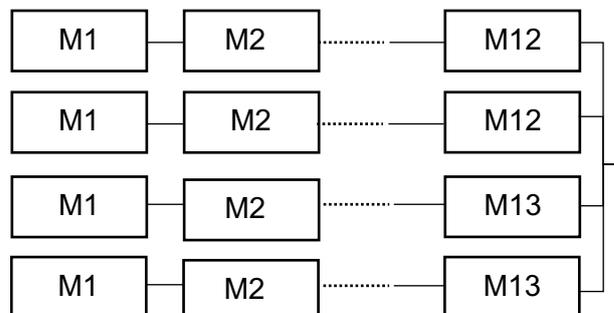
Los módulos estarán distribuidos en 7 cubiertas de teja con una inclinación fija de 16° de la siguiente forma:

| CUBIERTA   | Nº MÓDULOS | AZIMUT |
|------------|------------|--------|
| Cubierta 1 | 8          | 7°     |
| Cubierta 2 | 5          | 7°     |
| Cubierta 3 | 11         | 7°     |
| Cubierta 4 | 14         | 7°     |
| Cubierta 5 | 8          | 7°     |
| Cubierta 6 | 25         | -81°   |
| Cubierta 7 | 25         | 99°    |

*Tabla 35: distribución módulos  
Fuente: elaboración propia*

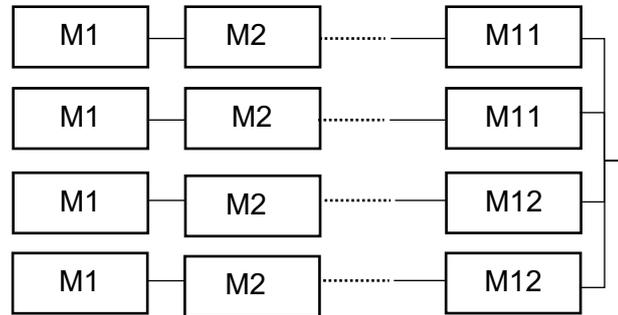
Por otro lado, es imprescindible conocer cómo se van a conectar y cómo se realizan las asociaciones de los diferentes módulos solares que componen la instalación. En este caso, se ha optado por una configuración de 8 string, es decir, 8 filas de paneles conectados en serie por la parte posterior. De esta manera, los 96 módulos los dividiremos en 2 grandes grupos:

- Grupo A: en el que tendremos 50 paneles solares híbridos distribuidos en 4 string de 12, 12, 13 y 13 unidades cada uno, instalados en las cubiertas 6 y 7 que están orientadas al este y oeste respectivamente.



*Figura 5: esquema de string para cada inversor  
Fuente: elaboración propia*

- Grupo B: en el que habrá 46 módulos híbridos distribuidos en 4 string de 11, 11, 12 y 12 unidades cada uno, instalados sobre las cubiertas 1, 2, 3 y 4 que están orientadas al sur.

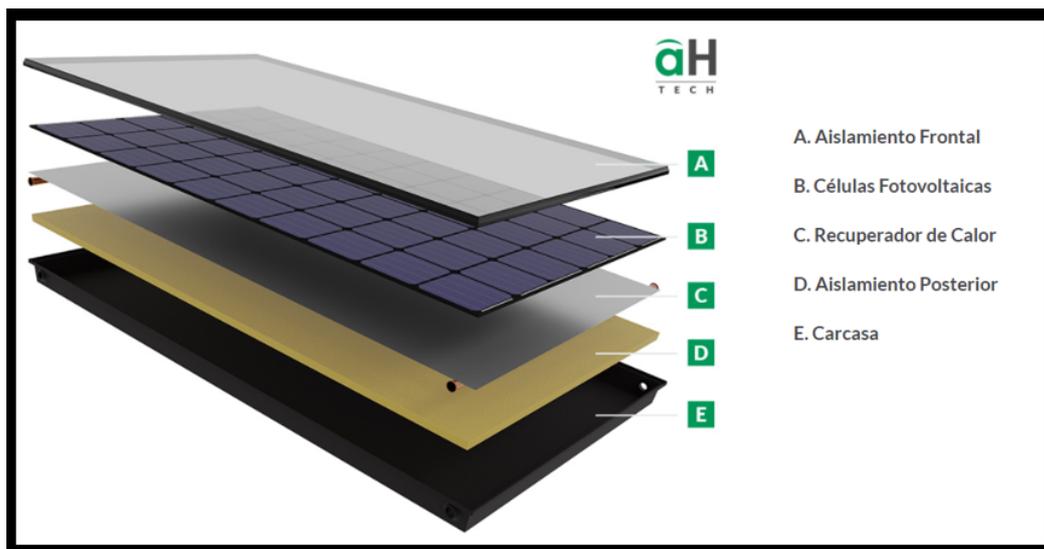


*Figura 6: esquema de string para cada inversor  
Fuente: elaboración propia*

### 2.1.1 Módulos híbridos

Los paneles solares híbridos están compuestos por:

- En su cara frontal:
  - Células fotovoltaicas: consiguen transformar la energía lumínica procedente del sol en energía eléctrica mediante el efecto fotoeléctrico, produciendo así energía solar fotovoltaica. Estas células están compuestas por un material que tiene efecto fotoeléctrico que va a absorber los fotones de luz y a emitir electrones, generando así una corriente eléctrica que va a generar electricidad.
- En su cara trasera:
  - Absorbedor de calor: es una placa de metal que recupera el calor emitido por las células fotovoltaicas. Y es el encargado de transmitir el calor a un fluido que forma parte de un circuito hidráulico.
  - Circuito hidráulico: formado por tubos por los que circula un fluido caloportador que transportará el calor procedente de las células fotovoltaicas y lo llevará a un acumulador.



*Figura7: esquema de una placa solar híbrida  
Fuente: Abora solar*

Así, el funcionamiento de los paneles solares híbridos se basa en la radiación que llega a los paneles y la temperatura que alcanzan las células fotovoltaicas que los componen, condicionando así su rendimiento.

De esta forma, el calor que alcanzan las células es usado por el sistema híbrido y lo transmite a un fluido caloportador que posteriormente llega a un acumulador de agua caliente. Gracias a ello, se consigue aprovechar tanto la radiación incidente en los paneles para la producción de energía eléctrica, como la temperatura que alcanzan sus células para generar calor. Además, el rendimiento que tienen las células aumenta ya que disminuye el calor que alcanzan las mismas, al transferir este calor al fluido.

Por tanto, el presente proyecto constará de un total de 96 módulos solares híbridos conectados en serie de la marca ABORA SOLAR, modelo aH72SK con una potencia nominal de 350W cada uno.



*Figura 8: módulo  
aH72SK  
Fuente: Abora solar*

### 2.1.1.1 Características eléctricas del módulo

A continuación, se muestra sus características eléctricas en condiciones estándar (temperatura de la célula 25°C, irradiación 1000 W/m<sup>2</sup>) según la ficha técnica del fabricante:

|                                                 |                |
|-------------------------------------------------|----------------|
| <b>Tipo de célula</b>                           | Monocrystalina |
| <b>Nº de células</b>                            | 72             |
| <b>Potencia nominal (W)</b>                     | 350            |
| <b>Tensión Máxima del sistema (Vmax)</b>        | 1000 V         |
| <b>Tensión Máxima Potencia (Vmpp)</b>           | 39'86 V        |
| <b>Corriente Máxima Potencia (Impp)</b>         | 8'76 A         |
| <b>Tensión Circuito Abierto (Voc)</b>           | 48'61 V        |
| <b>Corriente Cortocircuito (Isc)</b>            | 9'16 A         |
| <b>Eficiencia del módulo (%)</b>                | 17'8           |
| <b>Coeficiente de temperatura Pmpp (%/°C)</b>   | -0'36          |
| <b>Coeficiente de temperatura de Voc (%/°C)</b> | -0'28          |
| <b>Coeficiente de temperatura Isc (%/°C)</b>    | +0'06          |

Tabla 36: características eléctricas del módulo

Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica

### 2.1.1.2 Características térmicas del módulo

A continuación, se muestra sus características térmicas en condiciones estándar (temperatura de la célula 25°C, irradiación 1000 W/m<sup>2</sup>) según la ficha técnica del fabricante:

|                                                                              |      |
|------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Rendimiento óptico</b>                                                    | 0'7  |
| <b>Coeficiente De Pérdidas Térmicas – a1(W/m<sup>2</sup>·K)</b>              | 5'98 |
| <b>Coeficiente De Pérdidas Térmicas – a2 (W/m<sup>2</sup>·K<sup>2</sup>)</b> | 0    |
| <b>Volumen líquido interior (L)</b>                                          | 1'78 |
| <b>Caudal nominal (L/h)</b>                                                  | 60   |
| <b>Presión máxima admisible (bar)</b>                                        | 10   |

Tabla 37: características térmicas del módulo

Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica

### 2.1.1.3 Características físicas del módulo

A continuación, se muestra las características físicas del módulo utilizado en la instalación.

|                                                   |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Dimensiones (largo x ancho x espesor) (mm)</b> | 1970 x 995 x (85+22) |
| <b>Peso (kg)</b>                                  | 50                   |
| <b>Vidrio frontal (mm)</b>                        | 3'2 vidrio templado  |
| <b>Protección caja de conexiones</b>              | IP65                 |

Tabla 38: características físicas del módulo

Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica

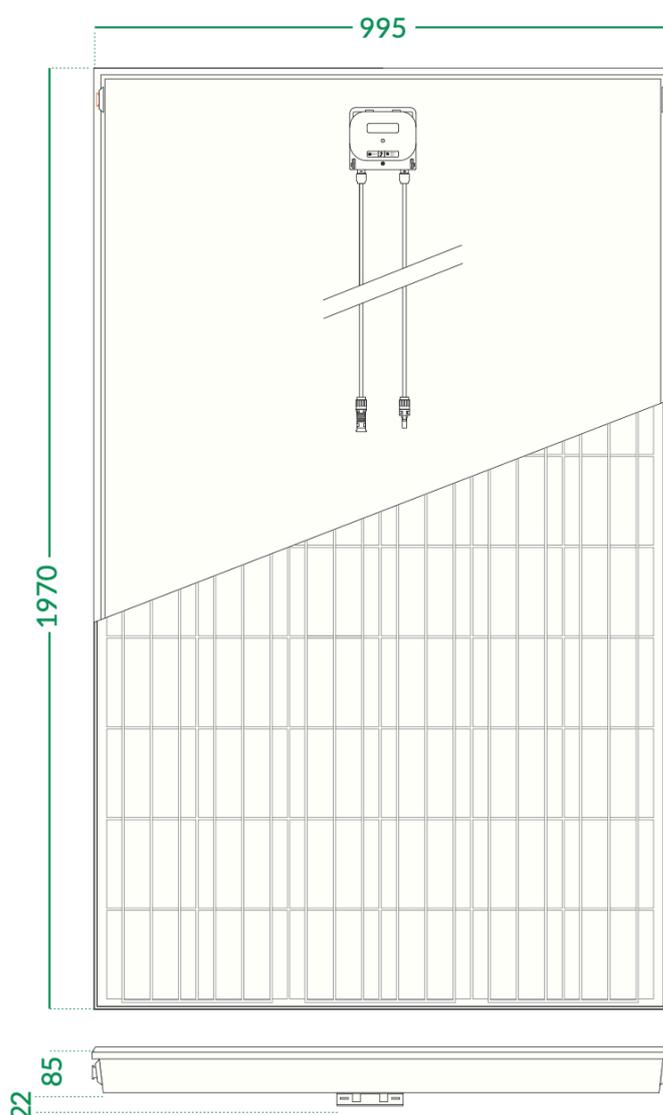


Figura 9: dimensiones del módulo aH72SK

Fuente: Catálogo del fabricante

## 2.1.2 Estructura de soporte

La estructura de soporte debe asegurar el correcto anclaje de los módulos a la cubierta. Por este motivo, la estructura utilizada en la instalación debe reunir las condiciones y tener los elementos necesarios para adaptarse a la cubierta del edificio, asegurando un correcto anclaje de todos los elementos y la durabilidad y resistencia de estos. Además, deberá soportar los módulos y las sobrecargas previstas (viento y nieve).

En este caso, las cubiertas que componen el complejo son de teja, por lo que la estructura que soportará los paneles debe ser apto para ello. De este modo, con el fin de fijar los módulos solares a la cubierta de la instalación, se usará un soporte coplanar continuo con salvatejas. Quedado así, los módulos unidos a la cubierta de las instalaciones con una inclinación fija de 16°. Para los paneles que se colocarán de forma vertical, los perfiles quedarán paralelos a la cumbrera de la siguiente forma:



*Figura 10: Estructura del soporte coplanar con salvateja  
Fuente: catálogo del fabricante*

Mientras que los paneles que se colocarán de forma horizontal, los perfiles quedarán perpendiculares a la cumbrera de la siguiente forma:



*Figura 11: Estructura del soporte elegido  
Fuente: catálogo del fabricante*

Esta estructura presenta una perfilería G1 de aluminio EN AW 6005A T6 con tornillería de acero inoxidable A2-70. Los perfiles tienen una dimensión de 2200 mm cada uno, permitiendo así colocar 2 paneles verticales por cada perfil. Estos perfiles se unirán mediante uniones que permitirá realizar la instalación de las placas de forma continua. Y, además, los paneles se anclarán a estos perfiles mediante el uso de presores, tanto laterales como centrales.

## 2.2 Inversor

Como ya sabemos, el inversor es el elemento encargado de transformar la corriente continua procedente de las placas solares en corriente alterna, es decir, en energía apta para su posterior uso (230/400 V).

Hay que tener en cuenta que el inversor debe cumplir con unos requisitos de seguridad y fiabilidad para garantizar su correcto funcionamiento, siendo los siguientes:

- Dispositivo de desconexión del lado de CC
- Protección contra sobretensiones en el lado de CA
- Protección contra polarización inversa en CC
- Protección contra funcionamiento en isla
- Protección contra descargas atmosféricas en lado de CC y CA (tipo II)
- Monitorización de corriente residual
- Protección contra fallas de arco

El inversor que se ha elegido es una unidad trifásica de la marca Huawei, modelo SUN2000-17KTL-M2. Y, además, se ha verificado que cumplía con todas las protecciones eléctricas de seguridad exigidas en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrónico de Baja Tensión y el RD 1699/2011 de 18 de noviembre, en el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica.

En este caso, se usarán 2 inversores de 17kW de potencia máxima cada uno, que irán conectados al grupo respectivo de módulos solares híbridos, dando como resultado una potencia nominal de 34 kW. Estos inversores cuentan con 4 entradas de corriente continua cada uno, de esta forma, cada inversor convertirá la corriente continua que producen 4 string en corriente alterna. Teniendo así la siguiente distribución:

|                   | Entrada/String | Nº paneles en serie |
|-------------------|----------------|---------------------|
| <b>Inversor 1</b> | 1              | 12                  |
|                   | 2              | 12                  |
|                   | 3              | 13                  |
|                   | 4              | 13                  |
| <b>Inversor 2</b> | 1              | 11                  |
|                   | 2              | 11                  |
|                   | 3              | 12                  |
|                   | 4              | 12                  |

*Tabla 39: distribución de los paneles para los inversores  
Fuente: elaboración propia*

Finalmente, estos inversores se conectarán en paralelo con el fin de llevar su conexión hasta el Cuadro General del establecimiento y cada uno llevará sus protecciones correspondientes.

### 2.2.1 Características técnicas generales del inversor

| DATOS GENERALES                       |                                |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Rango de temperatura de operación     | -25 / 60 °C                    |
| Peso                                  | 25 kg                          |
| Dimensiones                           | 525 x 470 x 262 mm             |
| Grado de protección                   | IP65                           |
| Máxima eficiencia                     | 98'65 %                        |
| Eficiencia europea                    | 98'3 %                         |
| ESPECIFICACIONES DE ENTRADA           |                                |
| Potencia máxima de entrada            | 25.500 W                       |
| Tensión máxima de entrada             | 1.080 V                        |
| Tensión nominal de entrada            | 600 V                          |
| Intensidad de entrada máxima por MPPT | 22 A                           |
| Intensidad de cortocircuito máxima    | 30 A                           |
| Cantidad de MPPT                      | 2                              |
| Cantidad máxima de entradas por MPPT  | 2                              |
| ESPECIFICACIONES DE SALIDA            |                                |
| Conexión a red eléctrica              | 3 fases                        |
| Potencia nominal activa de CA         | 17000 W                        |
| Máxima intensidad de salida           | 28'5 A                         |
| Factor de potencia ajustable          | 0'8 capacitivo – 0'8 inductivo |

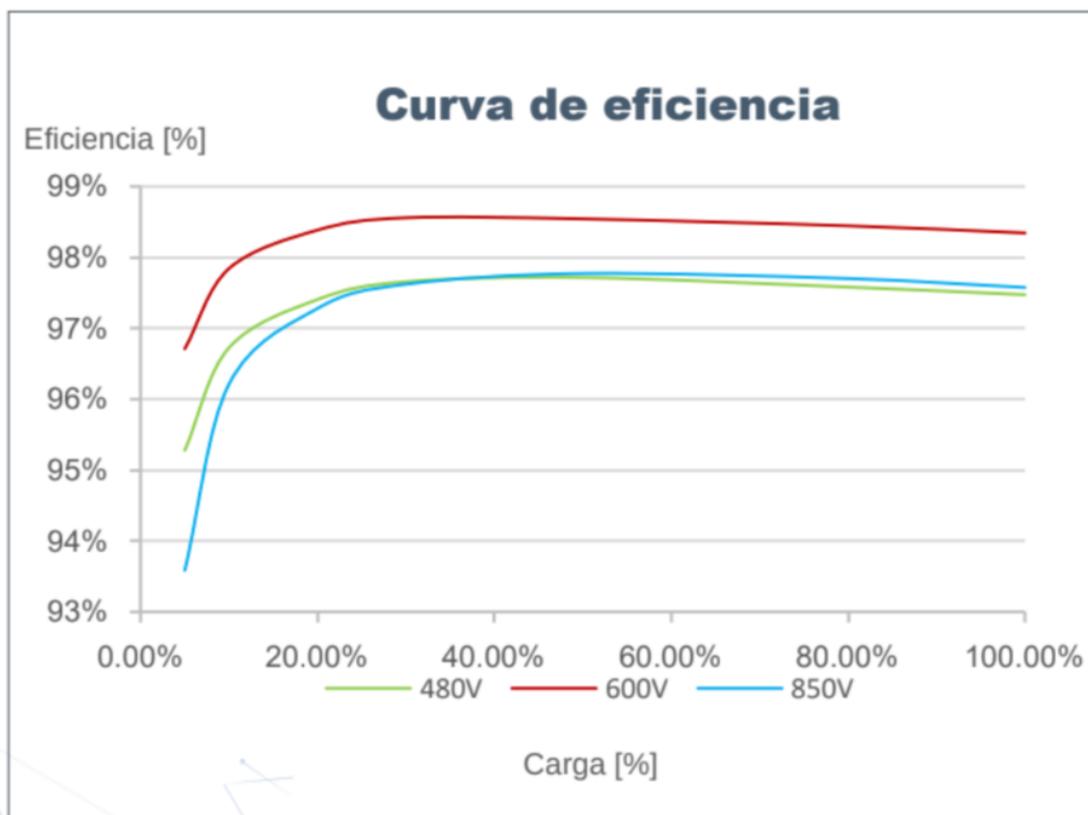
*Tabla 40: características del inversor*

*Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica*

*Figura 12: Inversor elegido*  
*Fuente: catálogo del fabricante*



En el siguiente gráfico se muestra la eficiencia del inversor:



*Figura 13: Curva de eficiencia  
Fuente: catálogo del fabricante*

## 2.3 Dispositivos de protección

Según el RD 1699/2011, la instalación deberá cumplir con unas exigencias por lo que dispondrá de elementos de desconexión, protección, aislamiento y detección.

Por ello, en este apartado se va a explicar y a citar todos los dispositivos de protección necesario para el sistema híbrido. Hay que tener en cuenta que todos los elementos de protección tienen que estar presentes tanto en la parte de corriente continua como en la parte de corriente alterna, para garantizar un alto nivel de seguridad a todo el conjunto de la instalación, evitando así daños tanto a las personas como a los elementos que conforman la instalación. Así, contaremos con 2 cuadros de protección (uno para CC y otro para CA) para cada inversor. Cada cuadro que protege la CC estará en el lateral derecho de cada inversor y cada cuadro que protege la CA estará ubicado en el lateral izquierdo de cada inversor.

### 2.3.1 Dispositivos de protección de corriente continua

La parte de corriente continua va desde los módulos híbridos hasta la entrada del inversor.

Según la ficha técnica del inversor elegido contiene las siguientes protecciones:

|                                                       |         |
|-------------------------------------------------------|---------|
| <b>Dispositivo de desconexión del lado de entrada</b> | Si      |
| <b>Protección anti-isla</b>                           | Si      |
| <b>Protección contra polaridad inversa CC</b>         | Si      |
| <b>Protección contra descargas atmosféricas CC</b>    | Tipo II |

*Tabla 41: protecciones del inversor*

*Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica*

También es necesario proteger las líneas de la instalación solar, string, a través de una serie de elementos que se agruparán en un cuadro que lo denominaremos cuadro de corriente continua y estará lo más cerca posible del inversor correspondiente. Todas las protecciones que se van a instalar cumplirán con el Reglamento de Baja Tensión ITC-BT 40, 30, 23, 25 y 22 y los RD 1699/2011 y 244/2019. Así las protecciones que dispondremos en la parte de corriente continua son:

- Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas
- Protecciones contra contactos directos e indirectos
- Protecciones contra sobretensiones

### **2.3.1.1 Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas**

Para el campo fotovoltaico, el cortocircuito no es un punto peligroso de trabajo ya que su corriente está limitada a un valor próximo al valor máximo de operación normal. Por el contrario, para las personas, un cortocircuito en el campo fotovoltaico supone un peligro, ya que se puede producir un arco eléctrico, es decir, una descarga eléctrica que se da entre el espacio existente entre los conductores debido a una variación repentina de corriente. Como medida de protección ante esta situación, se realizará la conducción por separado del polo positivo y negativo del campo fotovoltaico. Por tanto, se utilizarán fusibles de DC de 12A como medida de protección en cada string con una curva de disparo gPV, capacidad de corte e intensidad nominal adecuada a la instalación.

### **2.3.1.2 Protecciones contra contactos directos e indirectos**

Para la protección de las personas frente a peligros que se puedan dar por el contacto directo con las partes activas de los materiales eléctricos, se han tomado una serie de pautas a seguir según la ITC-BT-24 y la norma UNE 20460-4-41 y son las siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección por medio de barreras o envolventes

De esta forma se colocarán las siguientes protecciones:

- Los módulos híbridos contarán con bornes de conexión en el interior de las cajas, con la tapa atornillada y prensaestopas en la entrada de los cables.
- Las cajas de conexión del campo fotovoltaico híbrido contarán con bornes en el interior de la caja con la tapa atornillada y prensaestopas en la entrada de cables punto además todos los conductores estarán dotados con aislamiento XLPE.
- En cuanto al inversor, los bornes de conexión interiores tendrán tapa de acceso atornillada y una entrada de cables mediante prensaestopas. Además, todos los conductores estarán dotados con aislamiento XLPE.

Por otro lado, la instalación quedará protegida frente a contactos indirectos con la puesta a tierra de todas las masas conductoras. De esta forma, cualquier contacto accidental de un conductor activo con una parte metálica no puede causar una derivación a través de una persona que esté tocando algún conductor activo.

### 2.3.1.3 Protecciones contra sobretensiones

Los módulos híbridos admiten una tensión en grupo de 1000V. A continuación, se mostrará la tensión a circuito abierto máxima por serie teniendo en cuenta que el caso más desfavorable es el string que cuenta con 13 módulos:

|                                                                      |          |
|----------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Número de módulos en serie</b>                                    | 13       |
| <b>Tensión máxima admisible del sistema (<math>V_{max}</math>)</b>   | 1000 V   |
| <b>Tensión circuito abierto de cada módulo (<math>V_{oc}</math>)</b> | 48'61 V  |
| <b>Tensión circuito abierto de cada serie (<math>V_{oc}</math>)</b>  | 631'93 V |
| <b>Tensión máxima admisible del inversor (<math>V_{max}</math>)</b>  | 1080 V   |

*Tabla 42: características eléctricas de un string de 13 módulos*

*Fuente: elaboración propia*

Los inversores poseen una protección interna contra sobretensiones, por lo que según hemos visto en esta tabla ambos inversores que se encuentran en la instalación van a poder soportar sin problema la tensión que genera cada string.

### 2.3.2 Dispositivos de protección de corriente alterna

La parte de corriente alterna va desde los inversores hasta el punto de conexión con la red de la compañía suministradora.

Según la ficha técnica, cada inversor tiene sus propias protecciones de salida.

|                                                    |                                              |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Protección contra sobreintensidad de CA</b>     | Si                                           |
| <b>Protección contra cortocircuito de CA</b>       | Si                                           |
| <b>Protección contra sobretensión de CA</b>        | Si                                           |
| <b>Protección contra descargas atmosféricas CA</b> | Si, tipo II compatible según EN/IEC 61643-11 |

*Tabla 43: protecciones del inversor*

*Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica*

Además, es necesario proteger la línea de suministro por lo que se instalará lo más cerca a cada inversor un cuadro de protecciones de corriente alterna con una serie de protecciones que cumplirán el Reglamento de Baja Tensión ITC-BT 40, 30, 23, 25 y 22 y los RD 1699/2011 y 244/2019. De esta forma, las protecciones necesarias en la parte de corriente alterna son:

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas
- Protección contra contactos directos e indirectos
- Protección contra sobretensiones

### **2.3.2.1 Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas**

Para la protección contra cortocircuitos y sobrecargas se instalarán interruptores magnetotérmicos con un poder de corte superior a la corriente de cortocircuito que está indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión, serán de tipo C ya que no hay intensidades de arranque de consumo elevado.

Un interruptor magnetotérmico es un dispositivo capaz de interrumpir el paso de la corriente eléctrica del circuito cuando sobrepasa los valores máximos. En nuestra instalación contaremos con:

- Dos interruptores magnetotérmicos de 40A cada uno, protegiendo así la CA procedente de cada inversor.

### **2.3.2.2 Protecciones contra contactos directos e indirectos**

Para la protección contra los contactos directos e indirectos se usará:

- Aislamiento de las partes activas
- Protección a través de barreras envolventes
- Protección por medio de obstáculos
- Separación por distancia
- Utilización de sistemas diferenciales
- Protección por corte automático de alimentación
- Aislamiento mediante uso de materiales de clase II
- Protección de puesta a tierra

De esta forma será necesario instalar un interruptor diferencial que detecte las fugas de corriente alterna. Las características de este interruptor vendrán definidas por la tensión e intensidad que soporta, la corriente diferencial de fuga y la clase. Además, según la ITC-BT-24 se utilizará un sistema de puesta a tierra de las masas y a la vez el uso de interruptores diferenciales.

El interruptor diferencial es un dispositivo electromagnético muy importante ya que actúa a su vez con la puesta a tierra. De esta forma, el interruptor diferencial desconectará el circuito cuando exista una derivación o defecto, mayor a su sensibilidad. En esta instalación, se pondrán dos interruptores diferenciales superinmunizados de 30 mA.

### **2.3.2.3 Protecciones contra sobretensiones**

En el cuadro de protecciones de la corriente alterna, se instalará una protección contra sobretensiones transitorias cuyas características dependerán de la tensión de uso, intensidad de carga y grado de protección y que deben ser adecuados según la instalación fotovoltaica. Además, los inversores también cuentan con una protección interna contra sobretensiones en la salida de alimentación.

La instalación contará con unas protecciones con un voltaje de operación máxima de 400V y una corriente de descarga máxima de 20kA, que protegerá la CA que sale del inversor.

## 2.4 Puesta a tierra

La puesta a tierra de una instalación es la unión eléctrica directa de una parte del circuito eléctrico a electrodos que están enterrados en el suelo a través de una toma de tierra.

En este caso, la puesta a tierra de la instalación solar híbrida cumplirá con el Real Decreto 1663/2000 en el que se indican las condiciones de puesta a tierra para las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. Por ello, todos los elementos pertenecientes a la instalación estarán conectados a una red de tierra independiente del neutro de la empresa distribuidora, consiguiendo así que entre todas las instalaciones existentes no se den diferencias de potencial peligrosas y a su vez se permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Además, para la conexión de todos los dispositivos del campo fotovoltaico con el circuito de puesta a tierra es imprescindible que los elementos de conexión garanticen una correcta unión, teniendo en cuenta todos los esfuerzos dinámicos y térmicos que se pueden producir en caso de que haya cortocircuito.

Por otro lado, la ITC-BT-40 clasifica esta instalación como una instalación generadora con conexión en la red de distribución de baja tensión (Tipo C1), como consecuencia su conexión empezará en la caja en general de protección y finalizará en los dispositivos generales de mando y protección del equipo generador.

Por tanto, la conexión a tierra se realizará utilizando cables de 16 mm<sup>2</sup> que irán dentro de tubos, con el fin de garantizar un acceso seguro al borne de puesta a tierra existente del edificio.

## **2.5 Cableado**

Todos los circuitos eléctricos se componen de elementos conductores que permiten transportar la corriente.

Según la ITC-BT-15, el número de conductores dependerá del número de fases necesarias según el uso de los receptores y su potencia. Además, cada línea tendrá también su correspondiente conductor neutro y conductor de protección.

Por otro lado, todos los cables conductores serán de cobre y tendrán una sección adecuada para evitar caídas de tensión. Según la ITC-BT-40, en la parte de corriente continua, el cableado deberá de tener una sección adecuada para evitar una caída de tensión superior al 1'5%. Así mismo, en la parte de corriente alterna, el cableado tendrá una sección que haga que la caída de tensión sea menor al 1'5%.

Todos los cables y sistemas de conducción se instalarán de forma que no disminuyan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios. Así mismo, los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. De esta forma los cables que se utilizarán en el proyecto dependerán de la norma UNE 21123 y la norma UNE 211002.

### **2.5.1 Conexión de los módulos híbridos y los inversores**

Los positivos y negativos de cada string estarán separados y protegidos teniendo en cuenta la normativa vigente. Según la norma UNE-21123 todo el cableado de la parte continua será de doble aislamiento. Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta la carga de la instalación, el sistema de instalación y la caída de tensión.

En el presente proyecto, se usarán conductores específicos para instalaciones fotovoltaicas del tipo ZZ-F de 0'6/1 kV.

### **2.5.2 Conexión entre los inversores y la red de distribución**

Según la ITC-BT-15, la sección de los conductores se calculará según la demanda eléctrica del usuario y cuya intensidad de paso se controlará por los dispositivos de mando y protección. En cuanto a la caída de tensión máxima admisible será de:

- De 0'5% para contadores concentrados en más de un lugar
- De 1% para contadores concentrados

Los conductores a emplear serán del tipo RZ1 0,6/1 kV, libre de halógenos.

## 2.6 Equipo de medida

De acuerdo con la Instrucción ITC-BT-12, la instalación de enlace entre la red de distribución y la instalación interior se ajustará al esquema de colocación de contadores. Por ello, se colocará un contador de salida que tendrá la capacidad de medir en ambos sentidos la energía. Esto nos va a permitir conocer energía eléctrica que la instalación facturará al ser esta la diferencia entre la energía de salida y la de entrada procedente de la instalación hi

Se colocará en el mismo lugar que la Caja General de Protección y el equipo de medida (caja de protección y medida, CPM).

El contador que se utilizará para contabilizar la energía generada por la instalación híbrida y la energía consumida será de la marca Huawei, el modelo SMART POWER SENSOR DTSU666-H 3-PH que cuenta con las siguientes características:

| CARACTERÍSTICAS GENERALES         |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| Dimensiones (mm)                  | 100 x 72 x 65'5 |
| Peso (kg)                         | 1'5             |
| Tipo de montaje                   | Carril DIN35    |
| CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS        |                 |
| Potencia de entrada               | 176 – 288 VCA   |
| Voltaje de línea                  | 304 – 499 VCA   |
| Tensión de fase                   | 176 – 288 VCA   |
| Corriente                         | 0 – 100 A       |
| Rango de temperatura de operación | -25°C – 60°C    |
| Interfaz de comunicación          | RS485           |

Tabla 44: características del contador  
Fuente: elaboración propia

### Smart Power Sensor



Figura 14: Contador  
Fuente: catálogo del fabricante

## 2.7 Depósito acumulador de ACS

Un acumulador de agua caliente es un depósito que cuenta con un aislante térmico y permite almacenar agua a una temperatura elevada durante un largo periodo de tiempo. Esto permitirá disponer de ACS cuando se necesite.

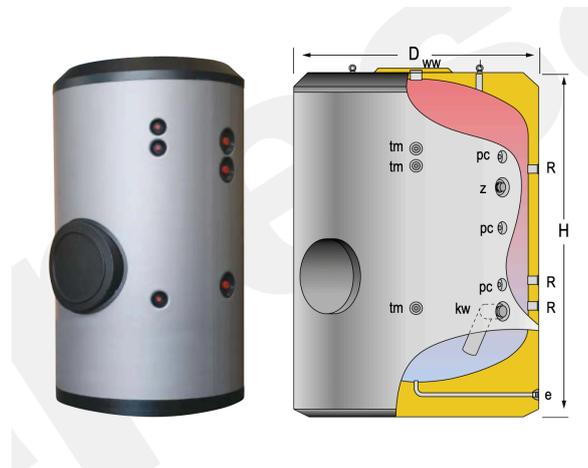
A continuación, se muestran una serie de ventajas que nos ofrece este elemento:

- ✓ Ahorro de energía
- ✓ Mejor conservación de la temperatura del agua
- ✓ Permite el uso simultáneo de ACS y calefacción

En este proyecto, se utilizará dos dispositivos acumuladores de 5000L de la marca MASTER VITRO, en concreto, el modelo MASTER VITRO MVV5000RB y presenta las siguientes características:

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| <b>Capacidad total</b>                | 5000 L        |
| <b>Presión máxima de trabajo</b>      | 8 bar         |
| <b>Temperatura máxima de trabajo</b>  | 90°C          |
| <b>Pérdidas estáticas</b>             | 266 W         |
| <b>Dimensiones (anchura x altura)</b> | 1910 x 2800 m |

*Tabla 45: características generales del depósito  
Fuente: elaboración propia*



*Figura 15: Depósito acumulador  
Fuente: catálogo del fabricante*

## **ANEJO VI: CÁLCULOS ELÉCTRICOS**







## 1. DATOS DE PARTIDA

Según la superficie disponible en la instalación, las necesidades del cliente, su consumo y la legislación vigente, la instalación solar-térmica constará de 96 paneles híbridos de la marca Abora Solar con una potencia nominal de 350W.

Como se ha mencionado anteriormente, los módulos estarán agrupados en strings, conectados así en serie. De esta forma, obtendremos un campo generador cuyos módulos estarán distribuidos en 2 grupos, contando cada uno con 4 strings de 11, 12 o 13 módulos, dando lugar a una potencia total en la instalación de 33'6 kW. A continuación, se muestran las características eléctricas del módulo elegido:

| <b>MÓDULO HÍBRIDO ABORA SOLAR 350W</b>          |             |
|-------------------------------------------------|-------------|
| <b>Potencia nominal (W)</b>                     | 350 W       |
| <b>Tensión Máxima del sistema (Vmax)</b>        | 1000 V      |
| <b>Tensión Máxima Potencia (Vmpp)</b>           | 39'86 V     |
| <b>Corriente Máxima Potencia (Impp)</b>         | 8'76 A      |
| <b>Tensión Circuito Abierto (Voc)</b>           | 48'61 V     |
| <b>Corriente Cortocircuito (Isc)</b>            | 9'16 A      |
| <b>Eficiencia del módulo (%)</b>                | 17'8 %      |
| <b>Coeficiente de temperatura Pmpp (%/°C)</b>   | -0'36 %/°C  |
| <b>Coeficiente de temperatura de Voc (%/°C)</b> | -0'28 %/°C  |
| <b>Coeficiente de temperatura Isc (%/°C)</b>    | + 0'06 %/°C |
| <b>Temperatura NOCT (°C)</b>                    | 45 ± 2 °C   |

*Tabla 45: características del módulo*

*Fuente: elaboración propia*

Cada grupo tendrá un inversor, de forma que la instalación constará de un total de 2 inversores. A continuación, se muestran las características eléctricas del inversor a utilizar en el proyecto:

| <b>INVERSOR HUAWEI SUN2000-17KTL-M2</b>       |         |
|-----------------------------------------------|---------|
| <b>Eficiencia Máxima</b>                      | 98'65 % |
| <b>Potencia Máxima de entrada (kW)</b>        | 25'5 kW |
| <b>Tensión Máxima de entrada (V)</b>          | 1080 V  |
| <b>Tensión Nominal de entrada (V)</b>         | 600 V   |
| <b>Intensidad de cortocircuito máxima (A)</b> | 30 A    |
| <b>Cantidad de MPPT</b>                       | 2       |
| <b>Cantidad máxima de entradas por MPPT</b>   | 2       |
| <b>Máxima intensidad de salida</b>            | 28'5 A  |
| <b>Potencia nominal activa de CA (kW)</b>     | 17 kW   |

*Tabla 46: características del inversor  
Fuente: elaboración propia*

Los parámetros eléctricos del campo generador se calcularán según las condiciones estándar y las condiciones de temperatura máxima y mínima registradas en el emplazamiento. Por ello, en la siguiente tabla se recogen los datos climatológicos del emplazamiento en el que se va a llevar a cabo el proyecto.

| <b>Datos climatológicos</b>               |                    |
|-------------------------------------------|--------------------|
| <b>Estación meteorológica</b>             | Soria              |
| <b>Intervalo de datos</b>                 | 1943-2023          |
| <b>Temperatura mínima registrada (°C)</b> | -15 °C             |
| <b>Fecha</b>                              | 17, diciembre 1963 |
| <b>Temperatura máxima registrada (°C)</b> | 38'9 °C            |
| <b>Fecha</b>                              | 9, agosto 2023     |

*Tabla 47: datos climatológicos  
Fuente: elaboración propia a partir de datos de AEMET*

## 2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS EN SERIE POR STRING

Para el diseño de la instalación se debe tener en cuenta el voltaje mínimo de arranque que necesita un inversor y el voltaje máximo que admite, y que dependen, del módulo a utilizar y la temperatura del lugar en el que se realiza la instalación. Estas dos características nos marcarán el número máximo de módulos que se puede conectar en serie.

Para calcular el número máximo de módulos que se pueden conectar en serie se utilizará la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ máximo de módulos} = \frac{\text{Tensión nominal de entrada del inversor}}{V_{oc} + [(T_{\min} - 25^{\circ}\text{C}) \cdot (C_T \cdot V_{oc})]}$$

$$\text{Siendo: } \begin{cases} T_{\min} = \text{Temperatura mínima que se alcanza en la zona} \\ V_{oc} = \text{Tensión de circuito abierto del módulo} \\ C_T = \text{Coeficiente de corrección de temperatura del módulo} \end{cases}$$

Obtenemos así:

$$N^{\circ} \text{ máx módulos} = \frac{600 \text{ V}}{48'61 \text{ V} + [(-15^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \cdot (-0'28 \text{ \%}/^{\circ}\text{C} \cdot 48'61 \text{ V})]}$$

$$N^{\circ} \text{ máximo de módulos por serie} = 13'90 \text{ módulos}$$

Por tanto, obtenemos que se pueden conectar como máximo en serie 13 módulos a nuestro inversor.

En el caso de que las temperaturas de la zona sean muy bajas, el voltaje de cada módulo aumentará, por lo que no es recomendable que se conecten 14 módulos, ya que superará el voltaje máximo que soporta el inversor.

### 3. CÁLCULO DEL NÚMERO DE SERIES EN PARALELO POR INVERSOR

La temperatura e irradiancia son dos factores que influyen notablemente en el funcionamiento de los módulos. Por ello, procederemos primero a calcular los parámetros cuando las condiciones de temperatura e irradiancia son diferentes con la finalidad de optimizar el rendimiento de la instalación.

A partir de los datos eléctricos de los módulos y los datos climatológicos de la zona podremos calcular los parámetros eléctricos, obteniendo así los siguientes valores (de 13 módulos en serie):

| Parámetros eléctricos en condiciones estándar                        |          |
|----------------------------------------------------------------------|----------|
| Tensión circuito abierto                                             | 631'93 V |
| Corriente cortocircuito                                              | 9'16 A   |
| Parámetros eléctricos en condiciones de temperatura máxima (38'9 °C) |          |
| Tensión circuito abierto                                             | 626'64 V |
| Corriente cortocircuito                                              | 9'37 A   |
| Parámetros eléctricos en condiciones de temperatura mínima (-15 °C)  |          |
| Tensión circuito abierto                                             | 633'97 V |
| Corriente cortocircuito                                              | 9'07 A   |

Tabla 48: parámetros eléctricos  
Fuente: elaboración propia

Para el cálculo del número de strings que se pueden conectar en paralelo al inversor utilizaremos la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ series en paralelo} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{I_{sc \text{ m\acute{a}x}}}$$

Siendo:  $\begin{cases} I_{sc \text{ m\acute{a}x}} = \text{Corriente de cortocircuito m\acute{a}xima del m\acute{o}dulo a temperatura m\acute{a}xima} \\ I_{m\acute{a}x} = \text{Corriente de entrada m\acute{a}xima admisible por el inversor} \end{cases}$

De esta forma, el número de strings que tendremos por inversor serán:

$$N^{\circ} \text{ series en paralelo} = \frac{44 \text{ A}}{9'37 \text{ A}} = 4'69 \text{ series en paralelo}$$

Teniendo en cuenta, las características de los inversores, sólo podríamos colocar 4 series en paralelo. De esta forma el diseño máximo estaría formado por 4 strings de 13 módulos en serie cada uno.

## **4. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES**

En el siguiente apartado se calculará la sección de los cables de la instalación. Para ello tendremos en cuenta la norma UNE 20460-5-523 y la ITC-BT-19.

### **4.1 Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible**

#### **4.1.1 Circuito de corriente continua**

Según la norma ITC-BT-19, la elección de la sección de los conductores debe asegurar que la caída de tensión entre el punto de origen de la instalación y cualquier punto de uso sea inferior al 3% de la tensión nominal en el caso de circuitos interiores y alumbrado y menor al 5% en otros casos. Para la caída de tensión en las líneas que conectan los paneles con los inversores, se permite un máxima de 1'5%.

#### **4.1.2 Circuito corriente alterna**

Las tensiones nominales que están normalizadas en un circuito de corriente alterna son de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Las máximas caídas de tensión admisible que tenemos en cada tramo están reguladas por una serie de normativas, tal que obtenemos:

- Acometida: la caída de tensión depende de la compañía distribuidora y ha tenido en cuenta el Real Decreto 1955/2000 para su establecimiento.
- Línea general de alimentación: según la ITC-BT-14, la caída de tensión máxima admisible es de 1'5%.
- Derivación individual: según la ITC-BT-15, la caída de tensión máxima admisible es de 1'5%.

### **4.2 Sección del cableado de CC**

El cableado de corriente continua es aquel que va desde el campo de generación hasta el inversor. Las instalaciones fotovoltaicas tienen una sección normalizada de 6 mm<sup>2</sup>. De esta forma, nuestra instalación contará con un cableado unipolar instalado sobre un canal protector bajo tubos en montaje superficial. Este cableado contará con un aislamiento XLPE de polietileno reticulado retardante a la llama y libre de halógenos.

Los conductores que se emplearán serán específicos para instalaciones fotovoltaicas del tipo ZZ-F (AS) de 0'6/1 KV, 1'8 kV CC.

### 4.3 Sección del cableado de CA

El cableado de corriente alterna es el que conecta el inversor con el Cuadro General de Baja Tensión. En el cálculo de la sección del cableado tendremos en cuenta 3 criterios:

- Intensidad máxima admisible
- Caída de tensión máxima

El tramo que conecta los inversores con el CGBT tiene una longitud de 5 metros y discurre por el interior del edificio. Se considera que la temperatura ambiente máxima es de 40°C y sin afección por la acción del sol directa.

Los conductores serán aislados, unipolares, de tensión no menor a 450/750 V, no propagadores de incendio y con emisión de humos reducida. De esta forma, los conductores que se usarán serán del tipo RZ1-K 0'6/1 kV con conductores de cobre y aislamiento de XLPE. Irán instalados bajo tubo rígido de policarbonato en montaje superficial con las características iguales a los denominados como "no propagadores de llama".

#### 4.3.1 Cálculo de la sección del cableado según la intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible es aquella que puede circular a través de un conductor eléctrico de forma permanente sin que sufra daños. La sección mínima del cable necesaria será aquella cuya intensidad admisible sea superior a la intensidad nominal que circulará por el mismo.

La intensidad nominal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$\text{Siendo: } \begin{cases} U = \text{tensión entre fases de } 400 \text{ V} \\ I = \text{Intensidad nominal} \\ P = \text{Potencia pico} \end{cases}$$

Como la instalación cuenta con 2 inversores, calcularemos primero para el Inversor 1, tal que:

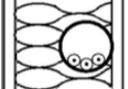
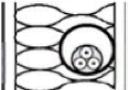
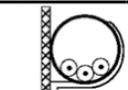
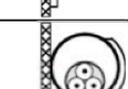
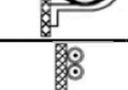
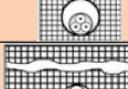
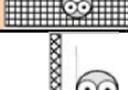
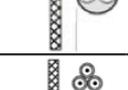
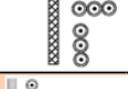
$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{17.500 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 25'25 \text{ A}$$

Para el Inversor 2, la intensidad nominal será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{16.100 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 23'23 \text{ A}$$

Las secciones están normalizadas y recogidas según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y aparecen en las siguientes tablas:

**TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia**

| Instalación de referencia                                                           |                                                                                                       |           | Tabla y columna                                 |                             |                              |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                                                                     |                                                                                                       |           | Intensidad admisible para los circuitos simples |                             |                              |                              |
|                                                                                     |                                                                                                       |           | Aislamiento PVC                                 |                             | Aislamiento XLPE o EPR       |                              |
|                                                                                     |                                                                                                       |           | Número de conductores                           |                             |                              |                              |
|                                                                                     |                                                                                                       |           | 2                                               | 3                           | 2                            | 3                            |
|    | Local<br>Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante                       | <b>A1</b> | Tabla C.52-1 bis columna 4                      | Tabla C.52-1 bis columna 3  | Tabla C.52-1 bis columna 7b  | Tabla C.52-1 bis columna 6b  |
|    | Local<br>Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante                       | <b>A2</b> | Tabla C.52-1 bis columna 3                      | Tabla C.52-1 bis columna 2  | Tabla C.52-1 bis columna 6b  | Tabla C.52-1 bis columna 5b  |
|    | Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería                           | <b>B1</b> | Tabla C.52-1 bis columna 6a                     | Tabla C.52-1 bis columna 5a | Tabla C.52-1 bis columna 10b | Tabla C.52-1 bis columna 8b  |
|    | Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería                           | <b>B2</b> | Tabla C.52-1 bis columna 5a                     | Tabla C.52-1 bis columna 4  | Tabla C.52-1 bis columna 8b  | Tabla C.52-1 bis columna 7b  |
|   | Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería                              | <b>C</b>  | Tabla C.52-1 bis columna 8a                     | Tabla C.52-1 bis columna 6a | Tabla C.52-1 bis columna 11  | Tabla C.52-1 bis columna 9b  |
|  | Cable multiconductor en conductos enterrados                                                          | <b>D1</b> | Tabla C.52-2 bis columna 3                      | Tabla C.52-2 bis columna 4  | Tabla C.52-2 bis columna 5   | Tabla C.52-2 bis columna 6   |
|  | Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo                                | <b>D2</b> |                                                 |                             |                              |                              |
|  | Cable multiconductor al aire libre<br>Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable | <b>E</b>  | Tabla C.52-1 bis columna 9a                     | Tabla C.52-1 bis columna 7a | Tabla C.52-1 bis columna 12  | Tabla C.52-1 bis columna 10b |
|  | Cables unipolares en contacto al aire libre<br>Distancia al muro no inferior al diámetro del cable    | <b>F</b>  | Tabla C.52-1 bis columna 10a                    | Tabla C.52-1 bis columna 8a | Tabla C.52-1 bis columna 13  | Tabla C.52-1 bis columna 11  |
|  | Cables unipolares espaciados al aire libre<br>Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable | <b>G</b>  | Ver UNE-HD 60364-5-52                           |                             |                              |                              |

**XLPE:** Polietileno reticulado (90°C)    **EPR:** Etileno-propileno (90°C)    **PVC:** Policloruro de vinilo (70°C)

*Figura 16: sección del cableado*

*Fuente: REBT*

**TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)**  
**Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

| Método de instalación de la tabla B.52-1 | Número de conductores cargados y tipos de aislamiento |       |       |       |        |       |        |        |        |        |       |        |        |     |     |     |     |     |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                          | A1                                                    | PVC 3 | PVC 2 |       |        |       | XLPE 3 | XLPE 2 |        |        |       |        |        |     |     |     |     |     |
| A2                                       | PVC 3                                                 | PVC 2 |       |       | XLPE 3 |       | XLPE 2 |        |        |        |       |        |        |     |     |     |     |     |
| B1                                       |                                                       |       |       | PVC 3 | PVC 2  |       |        |        | XLPE 3 | XLPE 2 |       |        |        |     |     |     |     |     |
| B2                                       |                                                       |       | PVC 3 | PVC 2 |        |       | XLPE 3 | XLPE 2 |        |        |       |        |        |     |     |     |     |     |
| C                                        |                                                       |       |       |       | PVC 3  |       |        | PVC 2  |        | XLPE 3 |       | XLPE 2 |        |     |     |     |     |     |
| E                                        |                                                       |       |       |       |        | PVC 3 |        |        | PVC 2  |        | PVC 2 | XLPE 3 | XLPE 2 |     |     |     |     |     |
| F                                        |                                                       |       |       |       |        |       |        | PVC 3  |        |        | PVC 2 | XLPE 3 | XLPE 2 |     |     |     |     |     |
| 1                                        | 2                                                     | 3     | 4     | 5a    | 5b     | 6a    | 6b     | 7a     | 7b     | 8a     | 8b    | 9a     | 9b     | 10a | 10b | 11  | 12  | 13  |
| <b>Sección mm<sup>2</sup></b>            |                                                       |       |       |       |        |       |        |        |        |        |       |        |        |     |     |     |     |     |
| <b>Cobre</b>                             |                                                       |       |       |       |        |       |        |        |        |        |       |        |        |     |     |     |     |     |
| 1,5                                      | 11                                                    | 11,5  | 12,5  | 13,5  | 14     | 14,5  | 15,5   | 16     | 16,5   | 17     | 17,5  | 19     | 20     | 20  | 20  | 21  | 23  | -   |
| 2,5                                      | 15                                                    | 15,5  | 17    | 18    | 19     | 20    | 20     | 21     | 22     | 23     | 24    | 26     | 27     | 26  | 28  | 30  | 32  | -   |
| 4                                        | 20                                                    | 20    | 22    | 24    | 25     | 26    | 28     | 29     | 30     | 31     | 32    | 34     | 36     | 36  | 38  | 40  | 44  | -   |
| 6                                        | 25                                                    | 26    | 29    | 31    | 32     | 34    | 36     | 37     | 39     | 40     | 41    | 44     | 46     | 46  | 49  | 52  | 57  | -   |
| 10                                       | 33                                                    | 36    | 40    | 43    | 43     | 46    | 49     | 52     | 54     | 54     | 57    | 60     | 63     | 63  | 66  | 72  | 78  | -   |
| 16                                       | 45                                                    | 48    | 53    | 59    | 61     | 63    | 66     | 69     | 72     | 73     | 77    | 81     | 85     | 87  | 91  | 97  | 104 | -   |
| 25                                       | 59                                                    | 63    | 69    | 77    | 80     | 82    | 86     | 87     | 91     | 95     | 100   | 103    | 108    | 110 | 115 | 122 | 135 | 146 |
| 35                                       | -                                                     | -     | -     | 95    | 100    | 101   | 106    | 109    | 114    | 119    | 124   | 127    | 133    | 137 | 143 | 153 | 168 | 182 |
| 50                                       | -                                                     | -     | -     | 116   | 121    | 122   | 128    | 133    | 139    | 145    | 151   | 155    | 162    | 167 | 174 | 188 | 204 | 220 |
| 70                                       | -                                                     | -     | -     | 148   | 155    | 155   | 162    | 170    | 178    | 185    | 193   | 199    | 208    | 214 | 223 | 243 | 262 | 282 |
| 95                                       | -                                                     | -     | -     | 180   | 188    | 187   | 196    | 207    | 216    | 224    | 234   | 241    | 252    | 259 | 271 | 298 | 320 | 343 |
| 120                                      | -                                                     | -     | -     | 207   | 217    | 216   | 226    | 240    | 251    | 260    | 272   | 280    | 293    | 301 | 314 | 350 | 373 | 397 |
| 150                                      | -                                                     | -     | -     | -     | -      | 247   | 259    | 276    | 289    | 299    | 313   | 322    | 337    | 343 | 359 | 401 | 430 | 458 |
| 185                                      | -                                                     | -     | -     | -     | -      | 281   | 294    | 314    | 329    | 341    | 356   | 368    | 385    | 391 | 409 | 460 | 493 | 523 |
| 240                                      | -                                                     | -     | -     | -     | -      | 330   | 345    | 368    | 385    | 401    | 419   | 435    | 455    | 468 | 489 | 545 | 583 | 617 |
| <b>Aluminio</b>                          |                                                       |       |       |       |        |       |        |        |        |        |       |        |        |     |     |     |     |     |
| 2,5                                      | 11,5                                                  | 12    | 13    | 14    | 15     | 16    | 16,5   | 17     | 17,5   | 18     | 19    | 20     | 20     | 20  | 21  | 23  | 25  | -   |
| 4                                        | 15                                                    | 16    | 17    | 19    | 20     | 21    | 22     | 22     | 23     | 24     | 25    | 26     | 28     | 27  | 29  | 31  | 34  | -   |
| 6                                        | 20                                                    | 20    | 22    | 24    | 25     | 27    | 29     | 28     | 30     | 31     | 32    | 33     | 35     | 36  | 38  | 40  | 44  | -   |
| 10                                       | 26                                                    | 27    | 31    | 33    | 35     | 38    | 40     | 40     | 41     | 42     | 44    | 46     | 49     | 50  | 52  | 56  | 60  | -   |
| 16                                       | 35                                                    | 37    | 41    | 46    | 48     | 50    | 52     | 53     | 55     | 57     | 60    | 63     | 66     | 66  | 70  | 76  | 82  | -   |
| 25                                       | 46                                                    | 49    | 54    | 60    | 63     | 63    | 66     | 67     | 70     | 72     | 75    | 78     | 81     | 84  | 88  | 91  | 98  | 110 |
| 35                                       | -                                                     | -     | -     | 74    | 78     | 78    | 81     | 83     | 87     | 89     | 93    | 97     | 101    | 104 | 109 | 114 | 122 | 136 |
| 50                                       | -                                                     | -     | -     | 90    | 94     | 95    | 100    | 101    | 106    | 108    | 113   | 118    | 123    | 127 | 132 | 140 | 149 | 167 |
| 70                                       | -                                                     | -     | -     | 115   | 121    | 121   | 127    | 130    | 136    | 139    | 145   | 151    | 158    | 162 | 170 | 180 | 192 | 215 |
| 95                                       | -                                                     | -     | -     | 140   | 146    | 147   | 154    | 159    | 166    | 169    | 177   | 183    | 192    | 197 | 206 | 219 | 233 | 262 |
| 120                                      | -                                                     | -     | -     | 161   | 169    | 171   | 179    | 184    | 192    | 196    | 205   | 213    | 222    | 228 | 239 | 254 | 273 | 306 |
| 150                                      | -                                                     | -     | -     | -     | -      | 196   | 205    | 213    | 222    | 227    | 237   | 246    | 257    | 264 | 276 | 294 | 314 | 353 |
| 185                                      | -                                                     | -     | -     | -     | -      | 222   | 232    | 243    | 254    | 259    | 271   | 281    | 293    | 301 | 315 | 337 | 361 | 406 |
| 240                                      | -                                                     | -     | -     | -     | -      | 261   | 273    | 287    | 300    | 306    | 320   | 332    | 347    | 355 | 372 | 399 | 427 | 482 |

| Aislamientos termoestables (90°C) |                        |                            |  | Aislamientos termoplásticos (70°C) |  |  |  |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|--|------------------------------------|--|--|--|
| XLPE: Polietileno reticulado      | EPR: Etileno-propileno | PVC: Policloruro de vinilo |  |                                    |  |  |  |

*Figura 17: sección del cableado*  
 Fuente: REBT

Como el sistema de instalación será del tipo B1, es decir, conductores de cobre aislados con un conducto sobre una pared de madera o mampostería y aislamiento tipo XLPE, la sección del cable será de 2'5 mm<sup>2</sup> para ambos casos, soportando así una intensidad máxima de 28 A.

### 4.3.2 Cálculo de la sección del cableado según la caída de tensión

Como se ha mencionado anteriormente, la caída de tensión máxima de nuestra instalación será de 1'5%.

Para calcular la sección del cableado según este criterio se utilizará la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{V \cdot e}$$

$$\text{Siendo: } \left\{ \begin{array}{l} \rho = \text{resistividad del cobre a } 70^{\circ}\text{C} = 46'82 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \\ L = \text{longitud del cable} = 5\text{m} \\ I = \text{Intensidad nominal} = 23'23\text{A y } 25'25\text{ A} \\ \cos\varphi = \text{factor de potencia} = 1 \\ V = \text{Voltaje de línea} = 400\text{ V} \\ e = \text{Caída de tensión en voltios} = 400 \cdot 1'5\% = 6\text{ V} \end{array} \right.$$

De esta forma, para el Inversor 1, la sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 46'82 \cdot 5 \cdot 25'25 \cdot 1}{400 \cdot 6} = 4'26 \text{ mm}^2$$

Para el Inversor 2, la sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 46'82 \cdot 5 \cdot 23'23 \cdot 1}{400 \cdot 6} = 3'92 \text{ mm}^2$$

Por tanto, la sección para el inversor 2 sería de 4 mm<sup>2</sup> y para el inversor 1 de 6 mm<sup>2</sup> que es capaz de soportar una caída máxima de tensión de 1'5%.

Tras calcular la sección por estos dos criterios, elegiremos el que mayor sección nos haya dado. Así, la sección del cableado del Inversor 1 al CGBT será de 6 mm<sup>2</sup> y la sección del cableado que va desde el Inversor hasta el CGBT será de 4 mm<sup>2</sup>.

**Por tanto, la instalación contará con cables unipolares del tipo RZ1-K 0'6/1kV con conductores de cobre de 6 (desde el Inversor 1 hasta el CGBT) y 4 (desde el Inversor 2 hasta el CGBT) mm<sup>2</sup> y aislamiento XLPE.**

## 5. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS

La instalación objeto del proyecto contará con todas las protecciones necesarias tanto en las líneas generales como en las líneas de derivación teniendo en cuenta el REBT y la normativa de la compañía distribuidora. Según la ITC-BT-22, cada circuito contará con sus protecciones contra sobretensiones, contra contactos directos e indirectos y la puesta a tierra de la instalación tanto en corriente alterna como en corriente continua.

### 5.1 Protecciones de corriente continua

Las protecciones de corriente continua protegen la corriente generada por los módulos y que llega a los inversores. Así, cada serie de módulos contará con una protección individual contra sobrecargas e irán instaladas en un cuadro de protección de CC ubicado a lado del inversor.

- La protección contra sobrecargas de los strings se realizará con fusibles cilíndricos de 1000V, curva gPV y de 12A. Cada inversor contará con 2 fusibles (uno para el polo positivo y otro para el polo negativo) por cada entrada. Así, tendremos un total de 16 fusibles.
- Los inversores cuentan con una protección interna contra sobretensiones y serán capaces de soportar la tensión generada por cada strings.

|                                                                      |          |
|----------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Dispositivo de desconexión del lado de entrada</b>                | Si       |
| <b>Protección anti-isla</b>                                          | Si       |
| <b>Protección contra polaridad inversa CC</b>                        | Si       |
| <b>Protección contra descargas atmosféricas CC</b>                   | Tipo II  |
| <b>Número de módulos en serie</b>                                    | 13       |
| <b>Tensión máxima admisible del sistema (<math>V_{max}</math>)</b>   | 1000 V   |
| <b>Tensión circuito abierto de cada módulo (<math>V_{oc}</math>)</b> | 48'61 V  |
| <b>Tensión circuito abierto de cada serie (<math>V_{oc}</math>)</b>  | 631'93 V |
| <b>Tensión máxima admisible del inversor (<math>V_{max}</math>)</b>  | 1080 V   |

*Tabla 48: protecciones CC*

*Fuente: elaboración propia*

## 5.2 Protecciones de corriente alterna

### 5.2.1 Protecciones contra sobrecarga y cortocircuito

La instalación contará con un interruptor magnetotérmicos por cada inversor, protegiendo así la salida de CA del inversor, según el RD 1699/2011.

Este dispositivo debe cumplir con la siguiente condición:

$$I_i < I_p < I_c$$

$$\text{Siendo: } \begin{cases} I_i = \text{corriente de la instalación} \\ I_p = \text{corriente que admite el dispositivo de protección} \\ I_c = \text{corriente máxima admisible del cable} \end{cases}$$

De esta forma, los interruptores magnetotérmicos utilizados serán de 40A cada y protegerán frente a sobrecargas y cortocircuitos y, al mismo tiempo que permitirá desconectar y aislar los inversores del resto de la instalación eléctrica.

### 5.2.2 Protecciones contra contactos directos e indirectos

Se instalarán dos interruptores diferenciales de 30 mA de tipo A y protegerán las salidas de los inversores frente a contactos indirectos.

### 5.2.3 Protecciones contra sobretensiones

La instalación contará con dos protecciones con un voltaje de operación máxima de 400V y una corriente de descarga máxima de 20kA, que protegerá la CA que sale de cada inversor.

## 6. RED DE PUESTA A TIERRA

Para la instalación de la puesta a tierra se tendrá en cuenta todas las recomendaciones citadas en la ITC-BT-18:

- Los conductores de tierra se deberán ajustar a las secciones mínimas establecidas. Hay que añadir que, durante la realización de las uniones entre los conductores de tierra y los electrodos, se debe extremar la precaución.

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

*Figura 18: sección de la red de puesta a tierra  
Fuente: ITC-BT-18*

- Los conductores de protección unen las masas de la instalación con el conductor de tierra. Además, las conexiones deben ser de fácil acceso permitiendo así la verificación y los ensayos pertinentes para controlar su correcto funcionamiento. El conductor de protección irá conectado directamente al borne de puesta a tierra del edificio.

Los perfiles que conforman la estructura de la instalación híbrida irán conectados mediante cables aislados de 6 mm<sup>2</sup>. En las bajantes de cada línea de módulos, se instalará una caja de seccionamiento y conexión a tierra.

La conexión a tierra se realizará utilizando cables de 16 mm<sup>2</sup> que irán dentro de tubos, con el fin de garantizar un acceso seguro al borne de puesta a tierra existente del edificio. Todas las conexiones de los circuitos de tierra se llevarán a cabo usando terminales diseñados para asegurar un contacto sólido y duradero y deben ser resistentes a la corrosión.

Se cumplirá estrictamente con lo establecido en el RD 1699/2011, en el que se regulan las condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas conectas a la red de BT. De esta forma, la puesta a tierra de instalaciones interconectadas se hará de tal forma que no afecte las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, garantizando así que no se produzcan transferencias de fallas a la red de distribución.

## **ANEJO VII: ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN HÍBRIDA**







## 1. INTRODUCCIÓN

La energía producida por la instalación es primordial conocerla ya que nos influirá de forma directa en varios aspectos principales para la viabilidad del proyecto.

La energía que se producirá estará definida por la radiación solar que incide sobre los módulos híbridos. Con el fin de conocer esta producción, se ha realizado una simulación con el software simulador del propio fabricante de los módulos híbridos.



*Figura 18: Logotipo ABORA SOLAR  
Fuente: ABORA SOLAR*

## 2. ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN INCIDENTE

Para el cálculo de la radiación solar incidente, se emplearon los datos horarios de irradiancia solar en la ubicación del complejo Campos de Castilla y que se han obtenido por el Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica (PVGIS).

De esta forma, se tomaron como referencia los datos proporcionados por esta aplicación y, por tanto, la radiación solar global incidente sobre la superficie de los módulos será:

$$\text{Radiación solar global anual (6°)} = 1856,50 \text{ kWh/m}^2$$

A continuación, se adjunta el informe obtenido por PVGIS.



PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

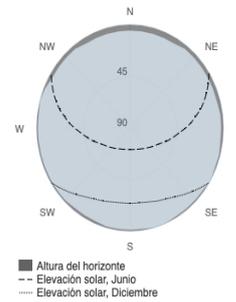
Datos proporcionados

Latitud/Longitud: 41.785,-2.477  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH2  
 Año inicial: 2005  
 Año final: 2020

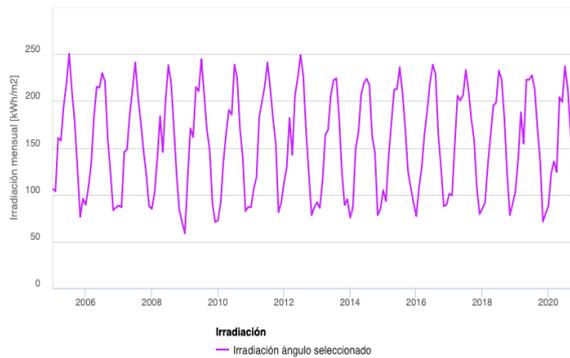
Variables incluidas en este informe:

Irradiación global horizontal: No  
 Irradiación directa normal: No  
 Irradiación global con el ángulo óptimo: No  
 Irradiación global con el ángulo 16°: Si  
 Ratio difusa/global: No  
 Temperatura media: No

Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Irradiación solar mensual



Irradiación global con el ángulo

| Mes        | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Enero      | 106.37 | 89.14  | 88.29  | 84.89  | 58.7   | 72.33  | 86.54  | 113.11 | 91.81  | 75.54  | 104.72 | 77.19  | 100.83 | 84.84  | 103.36 | 87.91  |
| Febrero    | 103.5  | 108.07 | 86.54  | 101.75 | 116.81 | 91.38  | 106.27 | 128.84 | 85.89  | 86.16  | 93.2   | 107.01 | 99.27  | 91.6   | 136.8  | 122.7  |
| Marzo      | 160.53 | 132.95 | 145.33 | 138.48 | 170.6  | 135.82 | 118.37 | 181.9  | 114.85 | 149.14 | 141.21 | 129.51 | 154.05 | 131.67 | 187.83 | 135.32 |
| Abril      | 157.78 | 183.13 | 148.43 | 183.75 | 161.46 | 166.13 | 182.61 | 142.64 | 163.82 | 166.39 | 177.66 | 164.96 | 205.54 | 163.44 | 154.69 | 124.2  |
| Mayo       | 194.61 | 215.05 | 185.79 | 145.68 | 214.85 | 190.3  | 199.44 | 206.37 | 169.16 | 206.73 | 212.28 | 190.29 | 200.57 | 195.3  | 222.8  | 203.83 |
| Junio      | 218.58 | 214.33 | 212.95 | 200.99 | 210.48 | 185.5  | 215.88 | 224.78 | 206.57 | 219.34 | 212.81 | 219.75 | 206.12 | 198.14 | 222.59 | 198.99 |
| Julio      | 250.51 | 229.54 | 241.09 | 238.12 | 244.66 | 238.81 | 241.05 | 248.98 | 222.38 | 223.76 | 235.97 | 238.54 | 232.97 | 232.22 | 227.3  | 237.05 |
| Agosto     | 210.12 | 220.92 | 204.28 | 219.21 | 206.73 | 224.19 | 213.45 | 226.88 | 224.07 | 216.87 | 208.98 | 228.96 | 211.12 | 223.36 | 212.99 | 213.15 |
| Septiembre | 177.58 | 159.92 | 177.32 | 172.07 | 169.13 | 170.4  | 181.63 | 168.58 | 182.94 | 161.94 | 171.14 | 164.28 | 180.69 | 181.46 | 171.34 | 169.49 |
| Octubre    | 128.6  | 123.58 | 147.01 | 120.87 | 147.79 | 140.25 | 154.55 | 123.1  | 124.23 | 145.16 | 124.88 | 128.61 | 158.57 | 122.43 | 136.26 | 123.38 |
| Noviembre  | 76.44  | 83.41  | 120.98 | 83.29  | 90.72  | 82.4   | 81.42  | 78.1   | 88.87  | 78.28  | 107.78 | 87.68  | 107.84 | 78.19  | 71.16  | 91.3   |
| Diciembre  | 95.46  | 86.24  | 87.77  | 70.43  | 70.82  | 86.79  | 91.48  | 86.43  | 94.92  | 84.65  | 91.57  | 89.2   | 79.25  | 90.3   | 79.9   | 69.09  |

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Trataríamos de corregir los errores que se nos señalen. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o informaciones contenidos en nuestra web pueden haberse creado o estructurado en archivos o formatos no exentos de dichos errores, y no podemos garantizar que ello no interrumpa o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que pueden surgir al utilizar este sitio o sitios externos con enlaces al mismo. Para obtener más información, por favor visite [https://ec.europa.eu/info/legal-notice\\_es](https://ec.europa.eu/info/legal-notice_es)



PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023. Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/09/19

### 3. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DEL SISTEMA HÍBRIDO

La simulación de la producción de energía se ha realizado con el software del fabricante ABORA SOLAR y en el que se ha tenido en cuenta las siguientes características:

- Latitud:41.785140
- Longitud: -2'477308
- Número de paneles: 96 paneles híbridos
- Modelo del panel: aH72SK
- Volumen de acumulación: 10.000 L
- Superficie de captación: 180'48 m<sup>2</sup>
- Potencia eléctrica pico: 33'6 kWp

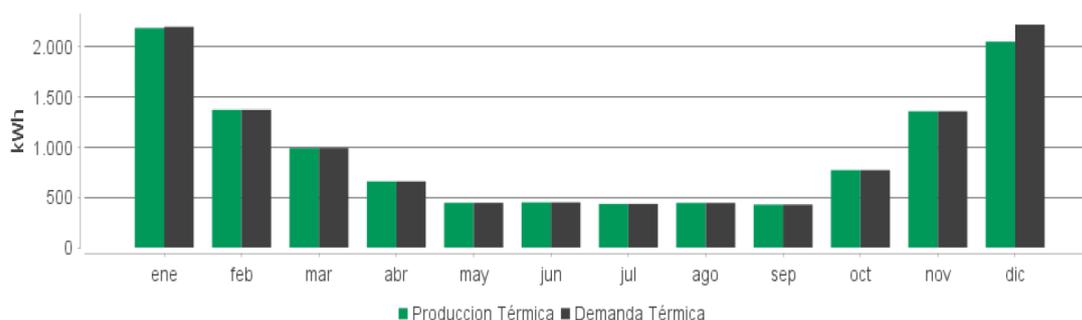
Como tenemos 3 diferentes azimuts, debido a la diferente orientación de las cubiertas la producción será diferente en cada caso.

#### 3.1. Producción de la instalación con un azimut 7º

En este caso, la instalación cuenta con 46 módulos inclinados a 16º y con un azimut de 7º. De forma, que la producción mensual estimada ha sido la siguiente:

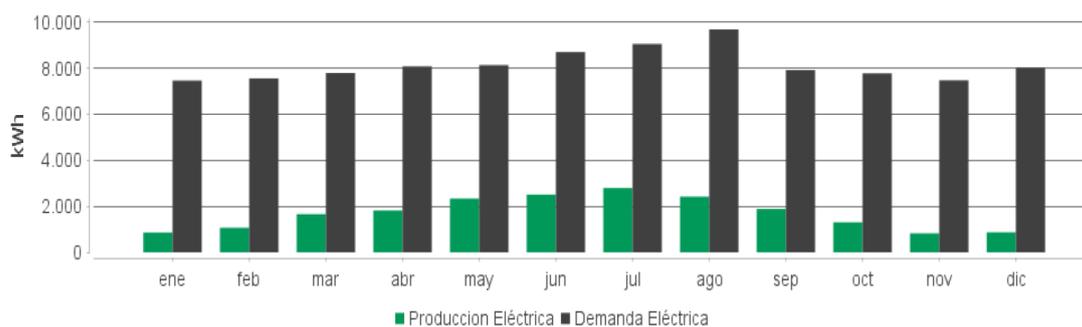
| Mes          | Radiación superficie inclinada | Demanda térmica   | Producción térmica | Cobertura solar térmica | Producción eléctrica |
|--------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| Enero        | 81 kWh                         | 2.195 kWh         | 2.183 kWh          | 99,47 %                 | 858 kWh              |
| Febrero      | 101 kWh                        | 1.370 kWh         | 1.370 kWh          | 100 %                   | 1.065 kWh            |
| Marzo        | 154 kWh                        | 988 kWh           | 988 kWh            | 100 %                   | 1.656 kWh            |
| Abril        | 167 kWh                        | 658 kWh           | 658 kWh            | 100 %                   | 1.812 kWh            |
| Mayo         | 192 kWh                        | 445 kWh           | 445 kWh            | 100 %                   | 2.330 kWh            |
| Junio        | 213 kWh                        | 449 kWh           | 449 kWh            | 100 %                   | 2.502 kWh            |
| Julio        | 232 kWh                        | 434 kWh           | 434 kWh            | 100 %                   | 2.787 kWh            |
| Agosto       | 208 kWh                        | 444 kWh           | 444 kWh            | 100 %                   | 2.411 kWh            |
| Septiembre   | 166 kWh                        | 427 kWh           | 427 kWh            | 100 %                   | 1.876 kWh            |
| Octubre      | 119 kWh                        | 770 kWh           | 770 kWh            | 100 %                   | 1.301 kWh            |
| Noviembre    | 85 kWh                         | 1.355 kWh         | 1.355 kWh          | 100 %                   | 822 kWh              |
| Diciembre    | 73 kWh                         | 2.217 kWh         | 2.047 kWh          | 92,35 %                 | 867 kWh              |
| <b>Anual</b> | <b>1.792 kWh</b>               | <b>11.752 kWh</b> | <b>11.571 kWh</b>  | <b>98,46 %</b>          | <b>20.286 kWh</b>    |

*Tabla 49: producción de la instalación  
Fuente: software ABORA SOLAR*



*Figura 19: producción de la instalación*

*Fuente: software ABORA SOLAR*



*Figura 20: producción de la instalación*

*Fuente: software ABORA SOLAR*

### 3.2. Producción de la instalación con un azimut 99°

En este caso, la instalación cuenta con 25 módulos inclinados a 16° y con un azimut de 99°. De forma, que la producción mensual estimada ha sido la siguiente:

| Mes          | Radiación superficie inclinada | Demanda térmica   | Producción térmica | Cobertura solar térmica | Producción eléctrica |
|--------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| Enero        | 64 kWh                         | 2.195 kWh         | 1.192 kWh          | 54,32 %                 | 367 kWh              |
| Febrero      | 83 kWh                         | 1.370 kWh         | 1.277 kWh          | 93,23 %                 | 481 kWh              |
| Marzo        | 135 kWh                        | 988 kWh           | 988 kWh            | 100 %                   | 800 kWh              |
| Abril        | 157 kWh                        | 658 kWh           | 658 kWh            | 100 %                   | 935 kWh              |
| Mayo         | 187 kWh                        | 445 kWh           | 445 kWh            | 100 %                   | 1.241 kWh            |
| Junio        | 210 kWh                        | 449 kWh           | 449 kWh            | 100 %                   | 1.351 kWh            |
| Julio        | 228 kWh                        | 434 kWh           | 434 kWh            | 100 %                   | 1.499 kWh            |
| Agosto       | 198 kWh                        | 444 kWh           | 444 kWh            | 100 %                   | 1.261 kWh            |
| Septiembre   | 149 kWh                        | 427 kWh           | 427 kWh            | 100 %                   | 925 kWh              |
| Octubre      | 101 kWh                        | 770 kWh           | 770 kWh            | 100 %                   | 602 kWh              |
| Noviembre    | 67 kWh                         | 1.355 kWh         | 1.063 kWh          | 78,46 %                 | 358 kWh              |
| Diciembre    | 56 kWh                         | 2.217 kWh         | 1.044 kWh          | 47,09 %                 | 364 kWh              |
| <b>Anual</b> | <b>1.635 kWh</b>               | <b>11.752 kWh</b> | <b>9.192 kWh</b>   | <b>78,21 %</b>          | <b>10.184 kWh</b>    |

*Tabla 50: producción de la instalación*

*Fuente: software ABORA SOLAR*

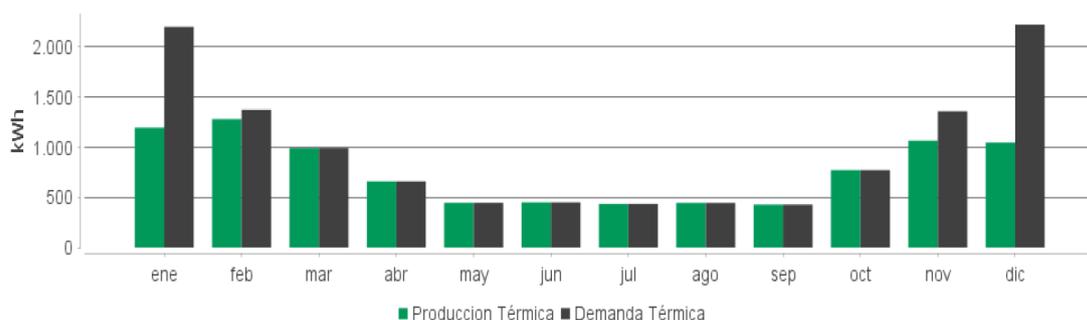


Figura 21: producción de la instalación  
Fuente: software ABORA SOLAR

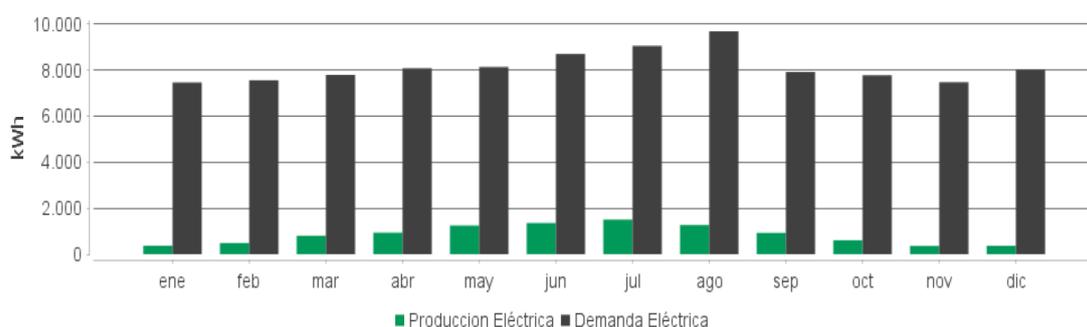


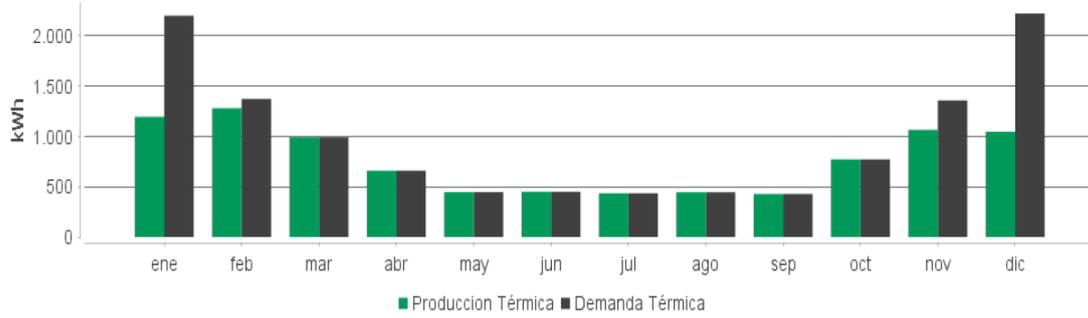
Figura 22: producción de la instalación  
Fuente: software ABORA SOLAR

### 3.3. Producción de la instalación con un azimut $-81^\circ$

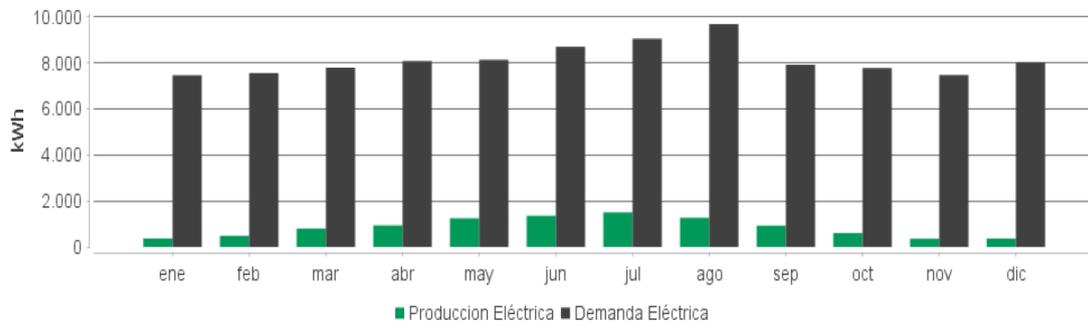
En este caso, la instalación cuenta con 25 módulos inclinados a  $16^\circ$  y con un azimut de  $-81^\circ$ . De forma, que la producción mensual estimada ha sido la siguiente:

| Mes          | Radiación superficie inclinada | Demanda térmica   | Producción térmica | Cobertura solar térmica | Producción eléctrica |
|--------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| Enero        | 64 kWh                         | 2.195 kWh         | 1.192 kWh          | 54,32 %                 | 367 kWh              |
| Febrero      | 83 kWh                         | 1.370 kWh         | 1.277 kWh          | 93,23 %                 | 481 kWh              |
| Marzo        | 135 kWh                        | 988 kWh           | 988 kWh            | 100 %                   | 800 kWh              |
| Abril        | 157 kWh                        | 658 kWh           | 658 kWh            | 100 %                   | 935 kWh              |
| Mayo         | 187 kWh                        | 445 kWh           | 445 kWh            | 100 %                   | 1.241 kWh            |
| Junio        | 210 kWh                        | 449 kWh           | 449 kWh            | 100 %                   | 1.351 kWh            |
| Julio        | 228 kWh                        | 434 kWh           | 434 kWh            | 100 %                   | 1.499 kWh            |
| Agosto       | 198 kWh                        | 444 kWh           | 444 kWh            | 100 %                   | 1.261 kWh            |
| Septiembre   | 149 kWh                        | 427 kWh           | 427 kWh            | 100 %                   | 925 kWh              |
| Octubre      | 101 kWh                        | 770 kWh           | 770 kWh            | 100 %                   | 602 kWh              |
| Noviembre    | 67 kWh                         | 1.355 kWh         | 1.063 kWh          | 78,46 %                 | 358 kWh              |
| Diciembre    | 56 kWh                         | 2.217 kWh         | 1.044 kWh          | 47,09 %                 | 364 kWh              |
| <b>Anual</b> | <b>1.635 kWh</b>               | <b>11.752 kWh</b> | <b>9.192 kWh</b>   | <b>78,21 %</b>          | <b>10.184 kWh</b>    |

Tabla 51: producción de la instalación  
Fuente: software ABORA SOLAR



*Figura 23: producción de la instalación*  
*Fuente: software ABORA SOLAR*



*Figura 24: producción de la instalación*  
*Fuente: software ABORA SOLAR*

## **ANEJO VIII: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN**



## 1. INTRODUCCIÓN

La obra consiste en la instalación de módulos híbridos sobre la cubierta de un hotel-restaurante localizado en Soria en el barrio de Las Casas, en las que se instalarán un total de 96 placas híbridas.

## 2. ASPECTOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN

Existen diversos aspectos a tener en cuenta antes del inicio de la ejecución de una obra, ya que influirán en el correcto desarrollo del mismo.

A continuación, se enumeran diferentes pautas a seguir para la buena ejecución del proyecto presente:

- Una planificación adecuada será determinante para garantizar el éxito en la instalación.
- La normativa aplicable a las instalaciones fotovoltaicas será de obligado cumplimiento y deberá tenerse en cuenta durante toda la fase de ejecución.
- Es esencial tener en cuenta las recomendaciones y manuales de uso proporcionados por los fabricantes de los componentes que se utilizarán en el proyecto.
- Es necesario tener en cuenta la calidad, antigüedad y estado del tejado de todos los edificios que componen el complejo. De forma que, si el tejado está dañado, lo más recomendable sería sustituirlo antes de llevar a cabo la instalación evitando así tener que desinstalarlos posteriormente para sustituir el tejado, suponiendo esto un proceso costoso e innecesario.
- Realizar un estudio previo sobre la tipología, orientación y superficie de la cubierta eligiendo la opción más apropiada. En este caso, los módulos deberán quedar correctamente anclados al tejado, inclinación igual que el tejado a 16°.
- De forma previa al inicio de las obras, se llevarán a cabo una serie de trámites y obtención de licencias en el ayuntamiento correspondiente al lugar de la instalación. Además, se deberán abonar las tasas y/o impuestos pertinentes.
- Se recomienda ubicar los inversores en un lugar protegido de la exposición del sol, ya que su rendimiento se podría ver afectado por el sobrecalentamiento.
- La seguridad de los operarios, tanto en la fase de construcción como ejecución, será fundamental. Por ello, se cumplirá con la Ley 31/95 del 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales y con la normativa establecida en el Código Técnico de la Edificación.

### **3. INSTALACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO**

Para la instalación se realizarán las siguientes operaciones:

- ✓ Comprobación del correcto estado de todos los componentes de la instalación.
- ✓ Inspección de la cubierta: se verifica el correcto estado del tejado y que la estructura de soporte sea la adecuada.
- ✓ Colocación de la estructura de soporte: se procederá montar y fijar las estructuras de los soportes de los módulos a la cubierta.
- ✓ Fijar los módulos híbridos: una vez esté anclado el soporte a la cubierta, se colocarán los módulos y se fijarán al mismo.
- ✓ Conexión eléctrica: se realizará la conexión en serie de los paneles según lo establecido en el proyecto, asegurando que todas las conexiones sean seguras y estén correctamente aisladas.
- ✓ Instalación del inversor: se montará el inversor en el interior del edificio
- ✓ Conexión de los paneles al inversor: se procederá a realizar la conexión en paralelo de los diferentes strings a las entradas respectivas de cada inversor, de esta forma se conduce toda la energía recogida por los paneles hasta el inversor correspondiente.
- ✓ Cuadros de protección de los inversores: se contará con 2 cuadros de protecciones para cada inversor con el fin de proteger la corriente continua que circula entre las placas solares y el inversor y la corriente alterna producida por los inversores.
- ✓ Conectar los inversores al cuadro general: los inversores convertirán la electricidad que proviene de los paneles en forma de corriente continua a corriente alterna. Esta energía eléctrica producida por el inversor debe llegar hasta el cuadro general de BT con el fin de proporcionar energía al establecimiento.

### **4. PERSONAL NECESARIO PARA DESARROLLAR LA INSTALACIÓN**

El número de trabajadores será el que garantice un trabajo rápido y seguro.

## 5. ORDEN DE LOS PROCESOS: DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt es una herramienta que permite planificar proyectos, ya que proporciona una vista general de las tareas programadas. De esta forma, todas las partes implicadas en el proyecto sabrán qué tareas tienen que realizar y completar y en qué fecha.

Un diagrama de Gantt muestra:

- La fecha de inicio y finalización del proyecto.
- Tareas a realizar en el proyecto.
- Estimación de cuánto tiempo llevará cada tarea.
- Cómo se superponen las tareas o si hay alguna relación entre ellas.

Lo que supone las siguientes ventajas:

- ✓ Claridad
- ✓ Vista general simplificada
- ✓ Mejor gestión del tiempo
- ✓ Flexibilidad

Se establecen así, una serie de tareas para llevar a cabo la ejecución de la instalación de la obra. Algunas de estas tareas serán responsabilidad de la empresa instaladora y otras son responsabilidad del director de obra.

La planificación que se muestra a continuación es orientativa, ya que podríamos sufrir modificaciones a lo largo de la ejecución de la instalación, teniendo en cuenta que estas modificaciones siempre serán supervisadas por el director de obra.

A continuación, se muestra la ejecución de las órdenes previas mencionadas de manera cronológica:

*Figura 25: diagrama de Gantt*

| TAREAS                                                       | SEMANAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                                                              | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Trámites administrativos (obtención de licencias y permisos) |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Replanteo                                                    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Acopio del material                                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Colocación de la estructura de soporte                       |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Montaje de los módulos sobre la estructura                   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Conexión de los módulos                                      |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Instalación del inversor                                     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Colocación de los cuadros de protecciones                    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Conexión de cableado Inversor-CGBT                           |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Conexión a la red de distribución                            |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Puesta en marcha                                             |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

*Fuente: elaboración propia*

## 6. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

### 6.1 Verificaciones previas

Siguiendo la ITC-BT-05, es necesario realizar unas verificaciones previas a la puesta en marcha. Las empresas instaladoras serán las responsables de que se cumpla.

Las comprobaciones que se realizarán en la instalación serán:

- Prueba de aislamiento de los conductores de baja tensión: pruebas de aislamiento a los conductores de fase y neutro respecto a tierra. Los valores no deberán ser inferiores a  $500.000 \Omega$  a una tensión de ensayo de 500 V en CC. En el caso de no cumplir con esto, se sustituirá los conductores.
- Medida de puesta a tierra: en las que se mide las resistencias de puesta a tierra.

Esto permite garantizar que todos los componentes fotovoltaicos de la instalación funcionan correctamente y están bien conectados.

### 6.2 Puesta en marcha

El protocolo básico de la puesta en marcha de una instalación fotovoltaica se basa en la comprobación y configuración de los diferentes elementos que la componen.

A continuación, se muestran los pasos a seguir en la puesta en marcha de la instalación:

- 4) Verificación de los componentes fotovoltaicos: en este paso, se realiza una comprobación del correcto funcionamiento. Este punto engloba a los paneles híbridos, inversores, estructuras de soporte, protecciones, etc.
- 5) Puesta en marcha del inversor: se enciende el inversor y se verifica que funcione correctamente. Para ello se monitorizará su funcionamiento y se configurará según sea necesario.
- 6) Pruebas de funcionamiento: se realizarán diversas pruebas para asegurar que la instalación está generando la energía adecuada y además que todas las protecciones funcionan correctamente.

### **6.3 Legalización del sistema fotovoltaico conectado a red**

Para la legalización de este tipo de instalaciones, es necesario comunicar a la compañía comercializadora con la que se tenga el contrato de suministro, en este caso se avisará a Iberdrola.

De esta forma, cuando la instalación esté terminada y revisada, la compañía deberá:

- Modificar el contrato de suministro para incorporar la posibilidad de compensación por la electricidad que le cederemos
- Instalar un contador, con el fin de medir la electricidad que sobra y se cede a la red.



## **ANEJO IX: EVALUACIÓN AMBIENTAL**



## **1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo principal de este proyecto consiste en minimizar el consumo de energía del complejo hostelero y poder abastecer su demanda. En este caso, se eligió una instalación solar híbrida con el fin de aprovechar la superficie disponible y aumentar la eficiencia de los paneles, teniendo en cuenta el impacto ambiental que producen.

Según, la BOE-A-2013-12913, se requiere llevar a cabo un estudio de impacto ambiental para instalaciones fotovoltaicas que ocupen más de 100 hectáreas de superficie. En este caso, la instalación no supera esa extensión, por lo tanto, no se llevará a cabo un estudio de impacto ambiental completo. Por lo contrario, si se realizará una evaluación ambiental simplificada.

En términos generales, el presente proyecto tiene un impacto positivo. Como se mencionó previamente, se buscará minimizar la dependencia energética de los combustibles fósiles, lo que resultará en una reducción de las emisiones de dióxido de carbono, un gas que contribuye al efecto invernadero.

## **2. IMPACTO AMBIENTAL DURANTE LA FABRICACIÓN**

A pesar de que la producción de energía a partir de la instalación fotovoltaica sea respetuosa con el medio ambiente, es importante tener en cuenta que la fabricación de los componentes de dicha instalación conlleva cierta contaminación. Durante el proceso de fabricación, se generan residuos como aceites, envases de materias primas y disoluciones.

Es fundamental destacar que la empresa se encargará de gestionar adecuadamente estos residuos de acuerdo con las disposiciones establecidas en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados, que promueve una economía circular y establece pautas para la gestión sostenible de estos desechos.

### **3. IMPACTO AMBIENTAL DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

El impacto ambiental durante el funcionamiento de una instalación fotovoltaica suele ser significativamente menor en comparación con otras fuentes de generación de energía, como los combustibles fósiles. A continuación, se muestran algunos de los aspectos más relevantes del impacto ambiental durante la operación de una instalación fotovoltaica:

- **Emisiones de gases de efecto invernadero:** las instalaciones fotovoltaicas generan electricidad sin la liberación de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esto contribuye a la mitigación del cambio climático y a la reducción de la huella de carbono.
- **Consumo de agua:** En comparación con algunas fuentes de energía convencionales, las plantas fotovoltaicas suelen requerir muy poca agua para su funcionamiento. Esto minimiza la presión sobre los recursos hídricos locales, lo que es especialmente importante en regiones con escasez de agua.
- **Ruido y vibraciones:** este tipo de instalaciones operan silenciosamente, lo que reduce al mínimo las molestias para las comunidades cercanas.
- **Mantenimiento y gestión de residuos:** Durante la operación de una instalación fotovoltaica, se deben realizar labores de mantenimiento regulares. Los residuos generados por este mantenimiento, como paneles solares obsoletos o componentes desgastados, deben gestionarse adecuadamente y reciclarse cuando sea posible.

En resumen, si se planifica y se gestiona adecuadamente, el impacto ambiental durante el funcionamiento de una instalación fotovoltaica tiende a ser bajo en comparación con otras fuentes de energía. Sin embargo, es importante llevar a cabo un monitoreo constante y aplicar prácticas sostenibles para minimizar cualquier impacto negativo potencial en el entorno local y global.

## **ANEJO X: EVALUACIÓN DEL PROYECTO**



## 1. INTRODUCCIÓN

La transición energética que se sufriendo en los últimos años, ha convertido en realidad algo que hace unos años parecía imposible: el autoconsumo eléctrico. Actualmente es factible producir y gestionar energía de una forma sencilla, ecológica y rentable.

Un sistema híbrido es aquel que transforma la radiación solar en energía eléctrica y térmica, reduciendo así el consumo de otras fuentes de energía y, por tanto, reduciendo así los gastos producidos por el consumo de energía. Este sistema destaca por su versatilidad, simplicidad, larga vida útil, fiabilidad y bajos costos de mantenimiento. Además, cabe la posibilidad de exportar excedentes de energía a la red pública. Según el artículo 9 del RD 1699/2011, las instalaciones conectadas a una red interior pueden disponer de un contador bidireccional con el fin de medir tanto la energía producida como consumida de la red de distribución. Esto permite que cualquier individuo pueda producir electricidad a partir de energía solar.

Para generar energía, es necesario contar con una instalación que siga el siguiente esquema:



Figura 26: diagrama instalación híbrida

## 2. SUMINISTRO ACTUAL DEL COMPLEJO

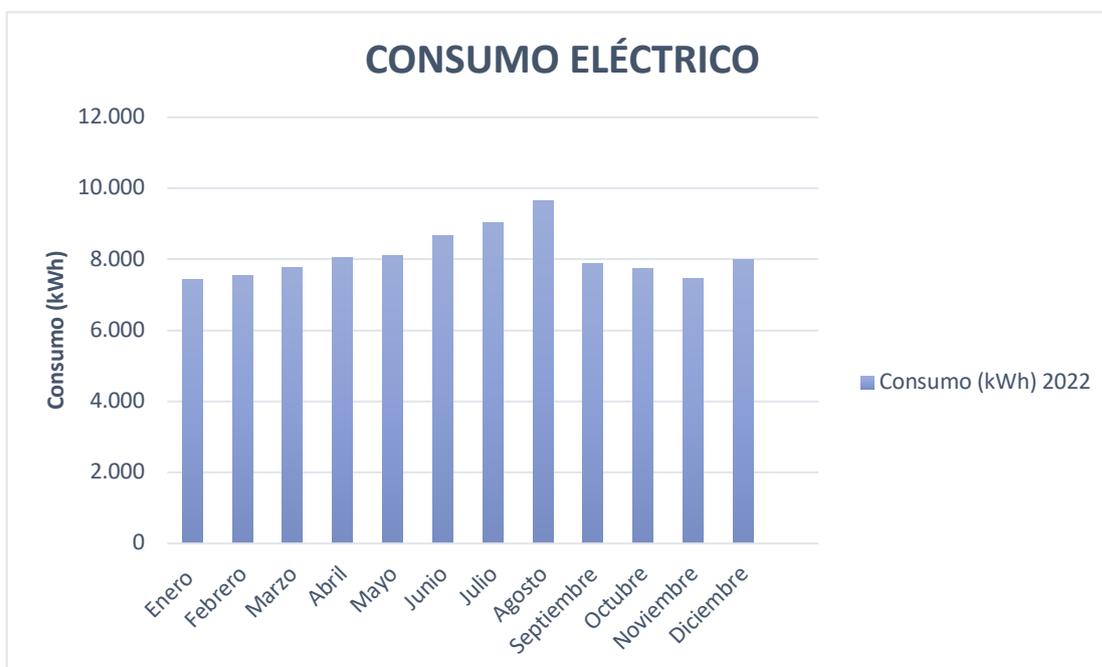
Como se ha mencionado anteriormente en el Anejo IV, Iberdrola es la empresa que suministra energía eléctrica al establecimiento y está asociado a una tarifa 3.0TD. Por otro lado, la calefacción y el agua caliente sanitaria se obtiene por una caldera de gasoil.

### 3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

A continuación, se muestra el consumo mensual estimado del establecimiento del último año y que nos permitirá posteriormente realizar una comparativa con la instalación híbrida:

| Consumo (kWh) 2022 |       |
|--------------------|-------|
| Enero              | 7.441 |
| Febrero            | 7.537 |
| Marzo              | 7.770 |
| Abril              | 8.056 |
| Mayo               | 8.111 |
| Junio              | 8.677 |
| Julio              | 9.026 |
| Agosto             | 9.658 |
| Septiembre         | 7.896 |
| Octubre            | 7.754 |
| Noviembre          | 7.452 |
| Diciembre          | 8.000 |

*Tabla 52: demanda eléctrica  
Fuente; Elaboración propia*



*Gráfico 5: consumo eléctrico  
Fuente: elaboración propia*

## 4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA TÉRMICA

|                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>Tipo de instalación</b>  | Terciaria, restaurante – hotel |
| <b>Tipo de demanda</b>      | ACS + Calefacción              |
| <b>Número de personas</b>   | 70                             |
| <b>Combustible auxiliar</b> | Gasóleo                        |

Tabla 53: datos previos

Fuente: Elaboración propia

El establecimiento cuenta con una caldera de gasóleo que le proporciona ACS y calefacción. No se conoce a de forma plena la demanda térmica que se realiza, sin embargo, con el software de ABORA SOLAR se ha realiza la siguiente estimación:

| Consumo kWh       |       |
|-------------------|-------|
| <b>Enero</b>      | 3.422 |
| <b>Febrero</b>    | 2.140 |
| <b>Marzo</b>      | 1.656 |
| <b>Abril</b>      | 1.197 |
| <b>Mayo</b>       | 890   |
| <b>Junio</b>      | 899   |
| <b>Julio</b>      | 868   |
| <b>Agosto</b>     | 888   |
| <b>Septiembre</b> | 854   |
| <b>Octubre</b>    | 1.341 |
| <b>Noviembre</b>  | 2.110 |
| <b>Diciembre</b>  | 3.354 |

Tabla 54: consumo térmico

Fuente: software ABORA SOLAR

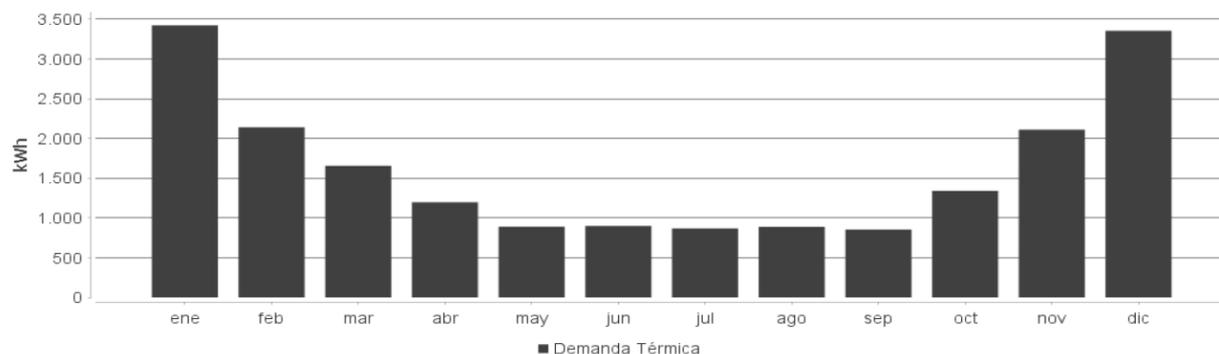


Figura 26: consumo térmico

Fuente: software ABORA SOLAR

## 5. ANÁLISIS DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR EL SISTEMA HÍBRIDO

A través del software propio de ABORA SOLAR, fabricante de los módulos híbridos se ha obtenido:

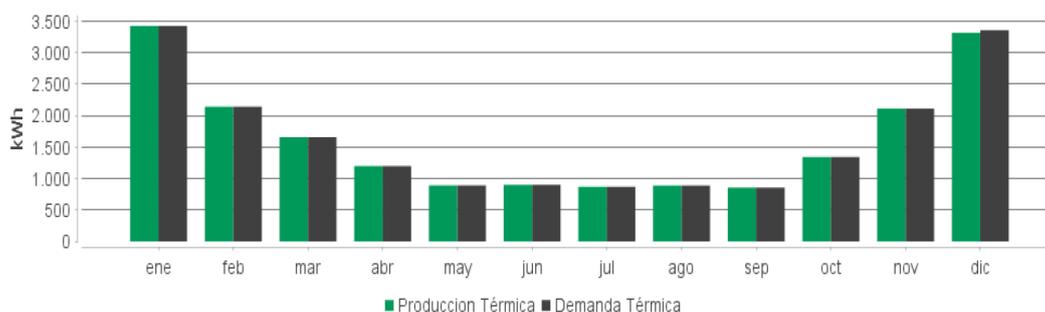
| Mes          | Radiación superficie inclinada | Demanda térmica   | Producción térmica | Cobertura solar térmica | Demanda Eléctrica | Producción eléctrica |
|--------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| Enero        | 81 kWh                         | 3.422 kWh         | 3.422 kWh          | 100 %                   | 7.441 kWh         | 1.792 kWh            |
| Febrero      | 101 kWh                        | 2.140 kWh         | 2.140 kWh          | 100 %                   | 7.537 kWh         | 2.223 kWh            |
| Marzo        | 154 kWh                        | 1.656 kWh         | 1.656 kWh          | 100 %                   | 7.770 kWh         | 3.457 kWh            |
| Abril        | 167 kWh                        | 1.197 kWh         | 1.197 kWh          | 100 %                   | 8.056 kWh         | 3.781 kWh            |
| Mayo         | 192 kWh                        | 890 kWh           | 890 kWh            | 100 %                   | 8.111 kWh         | 4.862 kWh            |
| Junio        | 213 kWh                        | 899 kWh           | 899 kWh            | 100 %                   | 8.677 kWh         | 5.221 kWh            |
| Julio        | 232 kWh                        | 868 kWh           | 868 kWh            | 100 %                   | 9.026 kWh         | 5.816 kWh            |
| Agosto       | 208 kWh                        | 888 kWh           | 888 kWh            | 100 %                   | 9.658 kWh         | 5.032 kWh            |
| Septiembre   | 166 kWh                        | 854 kWh           | 854 kWh            | 100 %                   | 7.896 kWh         | 3.916 kWh            |
| Octubre      | 119 kWh                        | 1.341 kWh         | 1.341 kWh          | 100 %                   | 7.754 kWh         | 2.715 kWh            |
| Noviembre    | 85 kWh                         | 2.110 kWh         | 2.110 kWh          | 100 %                   | 7.452 kWh         | 1.715 kWh            |
| Diciembre    | 73 kWh                         | 3.354 kWh         | 3.313 kWh          | 98,78 %                 | 8.000 kWh         | 1.809 kWh            |
| <b>Anual</b> | <b>1.792 kWh</b>               | <b>19.619 kWh</b> | <b>19.578 kWh</b>  | <b>99,79 %</b>          | <b>97.378 kWh</b> | <b>42.337 kWh</b>    |

*Tabla 55: energía producida*

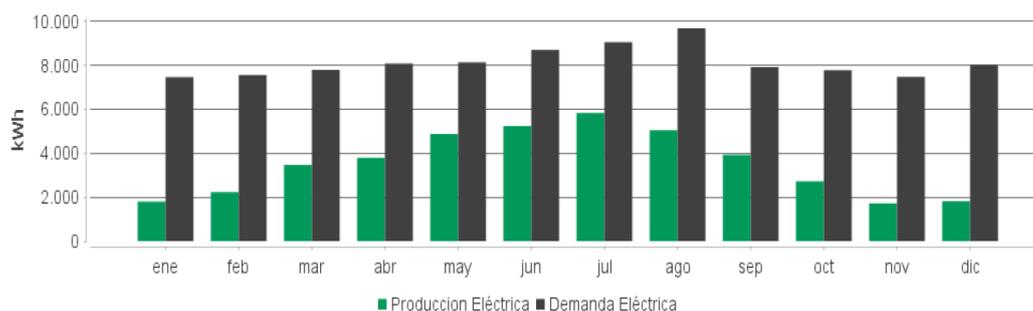
*Fuente: software ABORA SOLAR*

## 6. COMPARATIVA MENSUAL DE LA DEMANDA Y LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

A partir de los datos obtenidos en la producción de energía por parte de la instalación y del consumo de energía por el establecimiento, obtenemos las siguientes gráficas:



*Figura 27: comparativa demanda y producción*  
Fuente: software ABORA SOLAR



*Figura 28: comparativa demanda y producción*  
Fuente: software ABORA SOLAR

Por tanto, tendremos que con 96 paneles híbridos:

🚦 Producimos 19.578 kWh/año de energía térmica, con lo que cubrimos la demanda térmica en un 99'79%.

96  
paneles



19.578  
kWh/año



 Producimos 42.337 kWh/año de energía eléctrica, con lo que cubrimos la demanda eléctrica en un 43'48%.



## 7. CÁLCULO DEL AHORRO

Con los datos de consumo y producción de energía, se puede realizar una estimación de cuál será la cantidad de energía aprovechada por el edificio.

Se tiene en cuenta que habrá una parte de la producción del sistema fotovoltaico que será desaprovechada o vertida a la red. Esto se debe a que, en ciertas ocasiones, no habrá consumo suficiente en el establecimiento como para hacer uso de toda la producción de energía del sistema fotovoltaico.

El programa de ABORA nos proporciona los siguientes datos relacionados con el ahorro:

|                  |                                         |
|------------------|-----------------------------------------|
| Ahorro térmico   | 2.463 €/año (promedio 10 primeros años) |
| Ahorro eléctrico | 6.614 €/año (promedio 10 primeros años) |

*Figura 29: ahorro*

*Fuente: software ABORA SOLAR*

## 8. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

El estudio de viabilidad económica se centra en evaluar factores económicos del proyecto con el fin de determinar su rentabilidad financiera.

Como ya se conoce, toda instalación fotovoltaica, térmica o híbrida requiere de grandes inversiones de dinero, es por ello por lo que es fundamental realizar el análisis de rentabilidad de la instalación, comprobando que permite recuperar el dinero invertido además de generar excedentes.

Así se estudiarán los siguientes parámetros:

- **VAN (valor actual neto):** es un criterio que consiste en actualizar los cobros y los pagos de un proyecto con el fin de conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. Para que un proyecto resulte rentable el VAN deberá ser mayor que 0. Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{C_n}{(1+i)^n} - A$$

$$\text{Siendo: } \begin{cases} A: \text{ desembolso inicial} \\ n = \text{ número de periodos o años de la instalación} \\ C_n = \text{ flujos de caja de cada periodo} \\ i = \text{ tasa de interés (en España en 2022 es del 2\%)} \end{cases}$$

- **TIR (tasa interna de rentabilidad):** es la rentabilidad que ofrece una inversión, es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión. Viene expresada en % ya que se define como la tasa que hace que el VAN sea igual a 0. Si la tasa de interés es superior a la TIR, el proyecto no es viable ya que cuesta más financiar el proyecto que lo que se obtiene a largo plazo con la inversión. Por ello, se busca que el TIR sea mayor a la tasa de interés. Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{C_n}{(1+TIR)^n}$$

$$\text{Siendo: } \begin{cases} n = \text{ número de periodos o años de la instalación} \\ C_n = \text{ flujos de caja de cada periodo} \\ TIR = \text{ tasa interna de rentabilidad} \end{cases}$$

## 8.1. Consideraciones previas

Para el cálculo de los flujos de caja, se tuvo en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Valor del ahorro anual
- ✓ Pérdidas por envejecimiento de los módulos: debido al envejecimiento de los módulos de la instalación irá disminuyendo su producción. En este caso, el fabricante de los módulos establece una pérdida del 0'25% de eficiencia por cada año.
- ✓ Incremento del precio de la luz y el combustible: se establece un porcentaje que corresponde a la variación del precio de la luz y el gasóleo. En este caso, será del 5 y 6% respectivamente.

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Coste de la inversión</b>                          | 125.034 € |
| <b>Coste de mantenimiento anual</b>                   | 0 €       |
| <b>Vida útil de la instalación</b>                    | 25 años   |
| <b>Degradación eléctrica del panel</b>                | 0'25%     |
| <b>Incremento anual del precio de la electricidad</b> | 6%        |
| <b>Incremento anual del precio del combustible</b>    | 5%        |

*Tabla 56: consideraciones previas  
Fuente: elaboración propia*

El estudio de viabilidad se ha obtenido del software de ABORA SOLAR teniendo en cuenta todas las características de nuestra instalación.

## 8.2. Flujos de caja

| CUADRO DE AMORTIZACIÓN |             |                     |              |                         |
|------------------------|-------------|---------------------|--------------|-------------------------|
| Año                    | Coste anual | Gasto mantenimiento | Ahorro anual | Flujo de caja acumulado |
| 0                      | 125.034 €   | 0 €                 | 0 €          | -125.034 €              |
| 1                      | 0 €         | 0 €                 | 7.038 €      | -117.996 €              |
| 2                      | 0 €         | 0 €                 | 7.428 €      | -110.568 €              |
| 3                      | 0 €         | 0 €                 | 7.838 €      | -102.730 €              |
| 4                      | 0 €         | 0 €                 | 8.272 €      | -94.458 €               |
| 5                      | 0 €         | 0 €                 | 8.730 €      | -85.728 €               |
| 6                      | 0 €         | 0 €                 | 9.213 €      | -76.515 €               |
| 7                      | 0 €         | 0 €                 | 9.723 €      | -66.792 €               |
| 8                      | 0 €         | 0 €                 | 10.261 €     | -56.531 €               |
| 9                      | 0 €         | 0 €                 | 10.829 €     | -45.701 €               |
| 10                     | 0 €         | 0 €                 | 11.429 €     | -34.272 €               |
| 11                     | 0 €         | 0 €                 | 12.062 €     | -22.210 €               |
| 12                     | 0 €         | 0 €                 | 12.731 €     | -9.479 €                |
| 13                     | 0 €         | 0 €                 | 13.436 €     | 3.957 €                 |
| 14                     | 0 €         | 0 €                 | 14.181 €     | 18.138 €                |
| 15                     | 0 €         | 0 €                 | 14.967 €     | 33.106 €                |
| 16                     | 0 €         | 0 €                 | 15.797 €     | 48.903 €                |
| 17                     | 0 €         | 0 €                 | 16.673 €     | 65.576 €                |
| 18                     | 0 €         | 0 €                 | 17.598 €     | 83.174 €                |
| 19                     | 0 €         | 0 €                 | 18.574 €     | 101.748 €               |
| 20                     | 0 €         | 0 €                 | 19.605 €     | 121.352 €               |
| 21                     | 0 €         | 0 €                 | 20.693 €     | 142.045 €               |
| 22                     | 0 €         | 0 €                 | 21.841 €     | 163.886 €               |
| 23                     | 0 €         | 0 €                 | 23.054 €     | 186.940 €               |
| 24                     | 0 €         | 0 €                 | 24.334 €     | 211.274 €               |
| 25                     | 0 €         | 0 €                 | 25.685 €     | 236.959 €               |

*Tabla 58: VAN y TIR*

*Fuente: datos obtenidos del software ABORA SOLAR*

### 8.3. Conclusión

Una vez se han calculado los flujos de caja, se procede al cálculo del VAN y TIR para la evaluación del proyecto. Obteniendo así los siguientes resultados que quedan reflejados en el siguiente cuadro.

| <b>COSTE DE LA INVERSIÓN</b> | <b>AHORRO TOTAL EN 25 AÑOS</b> | <b>PERIODO DE RETORNO</b> | <b>TIR</b> | <b>VAN</b> |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------|------------|
| 125.034 €                    | 236.959 €                      | 12 años                   | 8'02%      | 53.271 €   |

*Tabla 59: VAN y TIR*

*Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del software ABORA SOLAR*

Se concluye así, que la instalación es rentable según los dos parámetros estudiados.

## **ANEJO XI: LEGISLACIÓN APLICABLE**



# 1. NORMATIVA REFERENTE A LA INSTALACIÓN

Tanto la elección de los materiales, el diseño y la instalación se realizarán según la normativa y disposiciones legales vigentes que se encuentran recogidas en este apartado del proyecto.

-  Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión.
-  Real Decreto 110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de los puntos de medida del sistema eléctrico.
-  Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
-  Real Decreto 2351/2004, de 27 de diciembre, en el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
-  Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, en el que se aprueba el reglamento electrónico para BT y las ITC correspondientes
-  Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
-  Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, con el fin de incrementar la eficiencia energética y mejorar la seguridad de abastecimiento.
-  Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
-  Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, en el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
-  Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
-  Real Decreto 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

-  REBT 2002 – IT-BT-02: Normas de referencia en el reglamento electrotécnico de BT. Normas europeas
-  Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
-  Normas UNE, UNE-EN, UNE-EN-ISO.
-  Condiciones impuestas por los organismos públicos afectados y ordenanzas municipales.
-  Las normativas de la compañía suministradora de energía.
-  Las disposiciones del vigente Reglamento Electrónico Para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias y Hojas De Interpretación Del Ministerio De Industria.
-  Normativa en la que se establezcan las tarifas eléctricas (Ministerio de Industria y Energía)

## **2. NORMATIVA REFERENTE A LA SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS**

-  El Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo
-  Real Decreto 1403/1986, de 9 de mayo, en el que se aprueba las normas sobre señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo.
-  Reglamento de seguridad en las máquinas.
-  Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre la Prevención De Riesgos Laborales.
-  Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
-  Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de equipos de protección individual por parte de los trabajadores.
-  Real Decreto 1215 1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, sobre la utilización de los equipos de trabajo.

-  Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, en el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social.







## **ANEJO XII: FICHAS TÉCNICAS**



# 1. MÓDULOS HÍBRIDOS

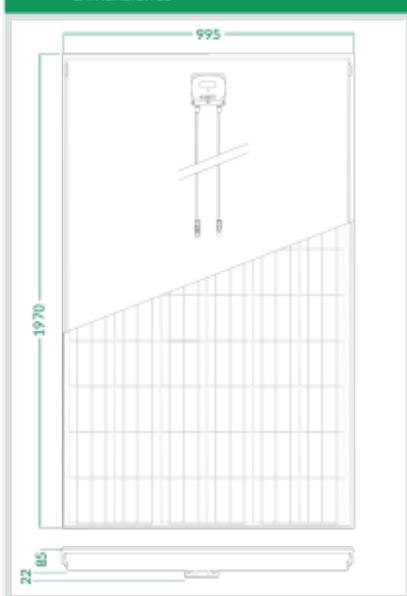


Panel solar híbrido con producción simultánea térmica y fotovoltaica



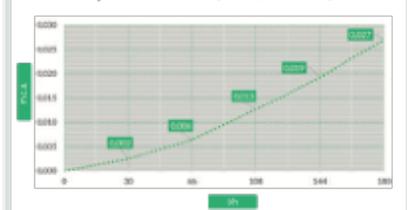
\* Todos los porcentajes de producción están condicionados al rango de T° de trabajo de la instalación.

## Dimensiones



## Pérdida de carga

Caída de presión: T° max: 20,13 °C / T° mín: 19,39 °C



## Especificaciones Generales

|                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Largo x Ancho x Espesor               | 1.970 x 995 x (85+22) mm |
| Área Total                            | 1,96m <sup>2</sup>       |
| Área de Apertura                      | 1,88 m <sup>2</sup>      |
| Nº células                            | 72                       |
| Peso                                  | 50 kg.                   |
| Vidrio Frontal                        | 3,2 mm. templado         |
| Marco                                 | Aluminio                 |
| Protección Caja de Conex.             | IP65                     |
| Nº Diodos                             | 3 diodos                 |
| Dimensiones de célula                 | 156 x 156                |
| Tipo de conexión FV / Longitud cables | Solarlok PV4 / 1m        |

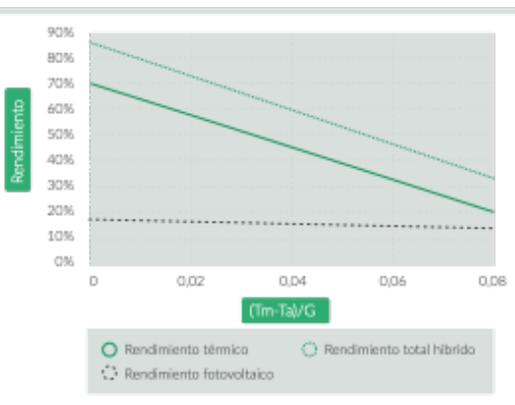
## Especificaciones Eléctricas

Condiciones de prueba estándar STC: AM 1.5, Irradiación 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de la célula 25 °C.

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| Tipo de célula                      | Mono-cristalina |
| Potencia Nominal (W)                | 350 W           |
| Tensión Máxima Potencia (Vmpp)      | 39,86 V         |
| Corriente Máxima Potencia (Impp)    | 8,76 A          |
| Tensión Circuito Abierto (Voc)      | 48,61 V         |
| Corriente Cortocircuito (Isc)       | 9,16 A          |
| Eficiencia del módulo (%)           | 17,8            |
| Tolerancia de Potencia (W)          | +/- 4%          |
| Tensión Máxima del Sistema          | DC 1000 V (IEC) |
| Backsheet                           | Negro           |
| Coefficiente de temperatura de Pmpp | -0,36%/°C       |
| Coefficiente de temperatura de Voc  | -0,28%/°C       |
| Coefficiente de temperatura de Isc  | +0,06%/°C       |
| Corriente inversa máxima            | 15A             |
| Temperatura NOCT*                   | 45+/-2 °C       |

## Especificaciones Térmicas

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Rendimiento óptico           | 0,7                                   |
| Coef. Pérdidas Térmicas,a1   | 5,98 W/m <sup>2</sup> .K              |
| Coef. Pérdidas Térmicas,a2   | 0,00 W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup> |
| Volumen líquido interior     | 1,78 L                                |
| Temperatura de estancamiento | 126°C                                 |
| Num. Conexiones hidráulicas  | 4 conexiones                          |
| Medida Conexión hidráulica   | Conexión rápido                       |
| Presión máxima admisible     | 10 bar                                |
| Caudal nominal               | 60 L/h                                |



Conforme a las Normas de Producto:  
 DIN EN 12975-1:2011-01; DIN EN ISO 9806:2018-04  
 SolarKeymark Schema Rules (2021-07)  
 DIN EN IEC 61730-1,-2:2018-10; EN IEC  
 61730-1,-2:2018+AC:2018; IEC 61730-1,-2:2016  
 IEC 61215-1,-2: 2016

Reservado el derecho de modificaciones técnicas  
 sin previo aviso.  
 Garantía de 10 años.

MÁS INFORMACIÓN EN  
[www.abora-solar.com](http://www.abora-solar.com)

30/11/2022  
 Versión 5

## 2. INVERSOR

### Smart String Inverter



#### Seguridad activa

Protección contra arcos eléctricos active con tecnología de IA



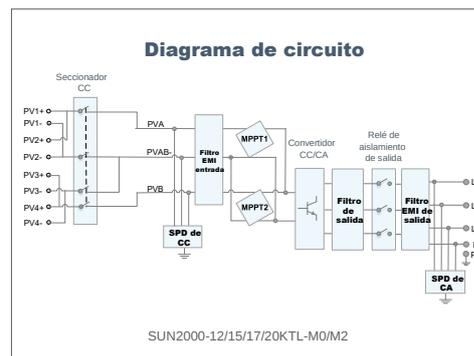
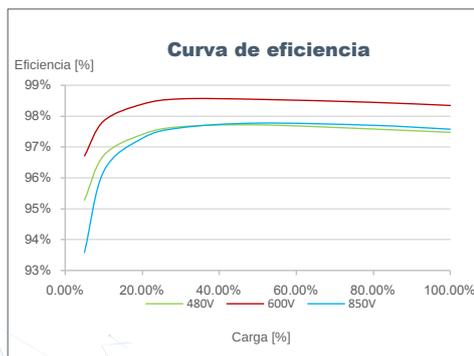
#### Mayor rendimiento

Hasta un 30 % más de energía con optimizadores <sup>1</sup>



#### Comunicación flexible

WiFi, Fast Ethernet, 4G  
Comunicación soportada



<sup>1</sup> Solo aplicable al inversor SUN2000-12, #/CN.# 15, #/intranet # 17, #/intranet # 20KTL-M2.

PROYECTO PARA LA MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA

SUN2000-12/15/17/20KTL-M2  
**Especificaciones técnicas**

| Especificaciones técnicas                                                     | SUN2000<br>-12KTL-M2                                                                                                                                                | SUN2000<br>-15KTL-M2 | SUN2000<br>-17KTL-M2 | SUN2000<br>-20KTL-M2 |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Eficiencia</b>                                                             |                                                                                                                                                                     |                      |                      |                      |
| Máxima eficiencia                                                             | 98.50%                                                                                                                                                              | 98.65%               | 98.65%               | 98.65%               |
| Eficiencia europea ponderada                                                  | 98.00%                                                                                                                                                              | 98.30%               | 98.30%               | 98.30%               |
| <b>Entrada</b>                                                                |                                                                                                                                                                     |                      |                      |                      |
| Potencia FV máxima de entrada <sup>1</sup>                                    | 18,000 Wp                                                                                                                                                           | 22,500 Wp            | 25,500 Wp            | 30,000 Wp            |
| Tensión máxima de entrada <sup>2</sup>                                        | 1,080 V                                                                                                                                                             |                      |                      |                      |
| Rango de tensión de operación <sup>3</sup>                                    | 160 V ~ 950 V                                                                                                                                                       |                      |                      |                      |
| Tensión de arranque                                                           | 200 V                                                                                                                                                               |                      |                      |                      |
| Tensión nominal de entrada                                                    | 600 V                                                                                                                                                               |                      |                      |                      |
| Intensidad de entrada máxima por MPPT                                         | 22 A                                                                                                                                                                |                      |                      |                      |
| Intensidad de cortocircuito máxima                                            | 30 A                                                                                                                                                                |                      |                      |                      |
| Cantidad de MPPTs                                                             | 2                                                                                                                                                                   |                      |                      |                      |
| Cantidad máxima de entradas por MPPT                                          | 2                                                                                                                                                                   |                      |                      |                      |
| <b>Salida</b>                                                                 |                                                                                                                                                                     |                      |                      |                      |
| Conexión a red eléctrica                                                      | Tres fases                                                                                                                                                          |                      |                      |                      |
| Potencia nominal activa de CA                                                 | 12,000 W                                                                                                                                                            | 15,000 W             | 17,000 W             | 20,000 W             |
| Máx. potencia aparente de CA                                                  | 13,200 VA                                                                                                                                                           | 16,500 VA            | 18,700 VA            | 22,000 VA            |
| Tensión nominal de Salida                                                     | 220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE                                                                                                                   |                      |                      |                      |
| Frecuencia nominal de red de CA                                               | 50 Hz / 60 Hz                                                                                                                                                       |                      |                      |                      |
| Máx. intensidad de salida                                                     | 20 A                                                                                                                                                                | 25.2 A               | 28.5 A               | 33.5 A               |
| Factor de potencia ajustable                                                  | 0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo                                                                                                                                    |                      |                      |                      |
| Máx. distorsión armónica total                                                | ≤ 3 %                                                                                                                                                               |                      |                      |                      |
| <b>Características y protecciones</b>                                         |                                                                                                                                                                     |                      |                      |                      |
| Dispositivo de desconexión del lado de entrada                                | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Protección anti-isla                                                          | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Protección contra sobreintensidad de CA                                       | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Protección contra cortocircuito de CA                                         | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Protección contra sobretensión de CA                                          | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Protección contra polaridad inversa CC                                        | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Protección contra descargas atmosféricas CC                                   | Type II                                                                                                                                                             |                      |                      |                      |
| Protección contra descargas atmosféricas CA                                   | Sí, Clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Monitorización de corriente residual                                          | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Protección contra fallas de arco                                              | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Control del receptor Ripple                                                   | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Recuperación integrada de PID <sup>4</sup>                                    | Sí                                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| <b>Datos generales</b>                                                        |                                                                                                                                                                     |                      |                      |                      |
| Rango de temperatura de operación                                             | -25 ~ + 60 °C                                                                                                                                                       |                      |                      |                      |
| Humedad de operación relativa                                                 | 0 % RH ~ 100% RH                                                                                                                                                    |                      |                      |                      |
| Altitud de operación                                                          | 0 - 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2,000 m)                                                                                         |                      |                      |                      |
| Ventilación                                                                   | Convección natural                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Pantalla                                                                      | LED Indicators; WiFi integrada + aplicación FusiónSolar                                                                                                             |                      |                      |                      |
| Comunicación                                                                  | RS485; WLAN / Ethernet a través de Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional)<br>4G / 3G / 2G a través de Smart Dongle-4G (Opcional)                                           |                      |                      |                      |
| Peso (incluida ménsula de montaje)                                            | 25 kg                                                                                                                                                               |                      |                      |                      |
| Dimensiones (incluida ménsula de montaje)                                     | 525 x 470 x 262 mm                                                                                                                                                  |                      |                      |                      |
| Grado de protección                                                           | IP65                                                                                                                                                                |                      |                      |                      |
| Consumo de energía durante la noche                                           | < 5,5 W <sup>5</sup>                                                                                                                                                |                      |                      |                      |
| <b>Compatibilidad optimizadora</b>                                            |                                                                                                                                                                     |                      |                      |                      |
| DC MBUS optimizador compatible                                                | SUN2000-450W-P                                                                                                                                                      |                      |                      |                      |
| <b>Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)</b> |                                                                                                                                                                     |                      |                      |                      |
| Seguridad                                                                     | EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2                                                                                                                                      |                      |                      |                      |
| Estándares de conexión a red eléctrica                                        | G98, G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777.2, C10/11, ABNT, VFR 2019, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, IEC61727, IEC62116, DEWA |                      |                      |                      |

<sup>1</sup> La potencia fotovoltaica máxima de entrada del inversor es de 40,000 Wp cuando las cadenas largas se diseñan y se conectan completamente con el SUN2000-450W-P power optimizers inbound #. abonada# \*.  
<sup>2</sup> El voltaje de entrada máxima es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.  
<sup>3</sup> Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.  
<sup>4</sup> SUN2000-12-20KTL-M2 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly).  
<sup>5</sup> <10 W cuando la función de recuperación PID está activada.

Version No.:03-(20200622)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

# 3. ESTRUCTURA DE SOPORTE

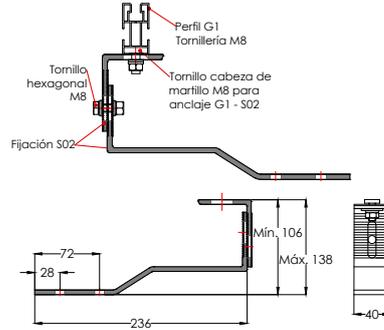


R1-12/20

## Ficha técnica

Soporte coplanar continuo con salvatejas para cubierta de teja mixta

02V



- Soporte coplanar para anclaje a losa de hormigón y/o madera.
- Válido para teja mixta
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- No recomendado para viguetas de hormigón pretensado.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.



Broca para hormigón N°12  
Broca para madera N°9

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6  
Tornillería de acero inoxidable A2-70

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

\*Para losa de hormigón, se recomienda utilizar taco químico.

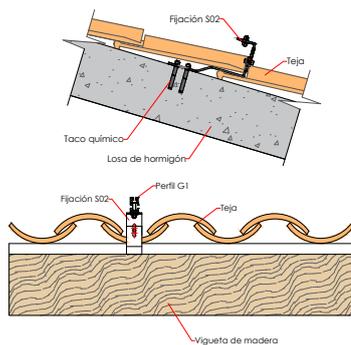
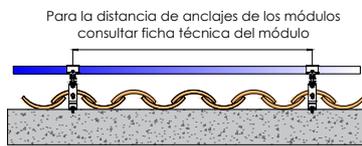
\*Para anclaje a madera se recomienda un pretaladro con una broca del núm. 9



**Dos opciones:**

Para módulos de hasta **2279x1150 - Sistema Kit**  
2279x1150 **Kit** (Ver página 2)

Para módulos de hasta **2400x1350 - Sistema PS**  
2400x1350 **PS** (Ver página 3)



**Par de apriete:**

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Tornillo Presor         | 7 Nm  |
| Tornillo M8 Hexagonal   | 20 Nm |
| Tornillo M10 Hexagonal  | 40 Nm |
| Tornillo M6.3 Hexagonal | 10 Nm |

**Nota:** Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos. Los presores no se deben apretar con máquinas de impacto.

Carga de nieve: 40 kg/m<sup>2</sup>



100% Reciclable  
Marcado ES19/86524 CE

Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

R1-04/21

# Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo con salvatejas para cubierta de teja mixta

**02V**  
Sistema kit

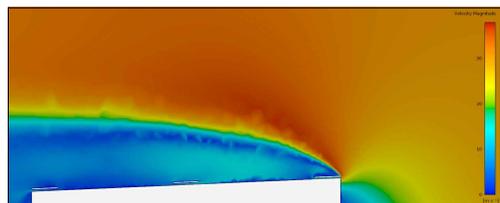


- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

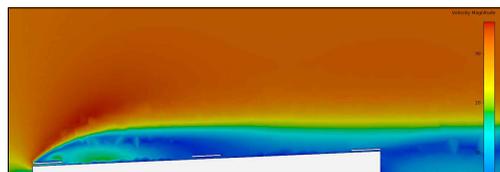
| Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento |     |     |     |     |     |     |                          |
|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
| Tamaño del módulo                               | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | nº de módulos            |
| 2000x1000                                       | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | Velocidad de viento km/h |
| 2279x1150                                       | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |                          |

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.  
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado **CE**  
ES19/86524

Reservado el derecho a efectuar modificaciones - Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

## 4. CONTADOR

### Smart Power Sensor



#### 🎯 Preciso

- Precisión de medición: clase 1

#### ✅ Fácil y sencillo

- Montaje en carril DIN estándar de 35 mm
- Tamaño pequeño, 1P2W 36 mm, 3P4W 72 mm
- Pantalla LCD para facilitar la configuración y la comprobación por los usuarios
- Conexión de acoplamiento para instalación
- Cables CT y RS485 incluidos en los accesorios

#### ✅ Eficiente desde el punto de vista energético

- Consumo general de energía  $\leq 1$  W

| Especificaciones técnicas                      | DDSU666-H                                            | DTSU666-H                                     |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Especificaciones generales</b>              |                                                      |                                               |
| Dimensiones (alto x anchura x profundidad)     | 100 x 36 x 65,5 mm (3,9 x 1,4 x 2,6 pulgadas)<br>as) | 100 x 72 x 65,5 mm (3,9 x 2,8 x 2,6 pulgadas) |
| Tipo de montaje                                | Carril DIN35                                         |                                               |
| Peso (incluidos cables)                        | 1,2 kg (2,6 lb)                                      | 1,5 kg (3,3 lb)                               |
| <b>Fuente de alimentación</b>                  |                                                      |                                               |
| Tipo de red eléctrica                          | 1P2W                                                 | 3P4W                                          |
| Potencia de entrada (tensión física)<br>ica)   | 176 VCA ~ 288 VCA                                    |                                               |
| Consumo de energía                             | $\leq 0,8$ W                                         | $\leq 1$ W                                    |
| <b>Rango de medición</b>                       |                                                      |                                               |
| Voltaje de línea                               | /                                                    | 304 VCA ~ 499 VCA                             |
| Tensión física                                 | 176 VCA ~ 288 VCA                                    |                                               |
| Corriente                                      | 0 ~ 100 A                                            |                                               |
| <b>Precisión de medición</b>                   |                                                      |                                               |
| Tensión                                        | $\pm 0,5$ %                                          |                                               |
| Corriente / Potencia / Energía                 | $\pm 1$ %                                            |                                               |
| Frecuencia                                     | $\pm 0,01$ Hz                                        |                                               |
| <b>Comunicación</b>                            |                                                      |                                               |
| Interfaz                                       | RS485                                                |                                               |
| Velocidad de transmisión en baudios<br>baudios | 9600 bps                                             |                                               |
| Protocolo de comunicación                      | Modbus - RTU                                         |                                               |
| <b>Entorno</b>                                 |                                                      |                                               |
| Rango de temperatura de operación              | -25 °C ~ 60 °C                                       |                                               |
| Rango de temperatura de almacenamiento         | -40 °C ~ 70 °C                                       |                                               |
| Humedad de operación                           | 5 % HR ~ 95 % HR (sin condensación)                  |                                               |
| <b>Otros</b>                                   |                                                      |                                               |
| Accesorios                                     | Cable RS485 (10 m / 33 pies)                         |                                               |
|                                                | 1 CT 100 A / 40 mA (6 m / 19 pies)                   | 3 CT 100 A / 40 mA (6 m / 19 pies)            |

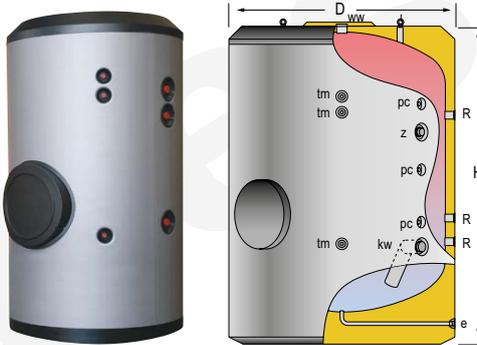
El texto y las figuras reflejan el estado técnico actual en el momento de imprimir este documento. Están sujetos a cambios técnicos, errores tipográficos y omisiones. Huawei no será responsable de equivocaciones ni errores de impresión. Para obtener más información, visitar [solar.huawei.com](http://solar.huawei.com). Versión No.: 01-(20180920)

[solar.huawei.com/eu/](http://solar.huawei.com/eu/)

## 5. DEPÓSITO ACUMULADOR ACS

DEPÓSITOS ACUMULADORES / PRODUCTORES ACS  
MASTER VITRO - **ACUMULACIÓN**

**lapesa**



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO  
MASTER VITRO – **MVV5000RB**

FCP\_040\_08\_ES



### DESCRIPCIÓN:

Depósito para **ACUMULACIÓN** de agua caliente sanitaria (ACS).

Para instalación sobre suelo, en posición vertical. Fabricado en **ACERO VITRIFICADO** acorde a la norma DIN4753. Incluye **aislamiento de PU** inyectado en molde. En opción, conjunto de cubierta y forro externo acolchado en PVC con cierre de cremallera, suministrado sin montar en embalaje separado. Protección catódica permanente "**Lapesa Correx-Up**".

Equipado con boca de hombre lateral DN400 para tareas de inspección / limpieza, o en opción, instalación de placa de acero inoxidable para resistencias eléctricas de calentamiento.

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

|                                |                                 |               |     |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------|-----|
| Capacidad total:               | Total                           | 5000          | L   |
| Presión máxima de trabajo:     |                                 | 8             | bar |
| Temperatura máxima de trabajo: |                                 | 90            | °C  |
| Conexiones:                    | ww: salida ACS                  | 3             | " M |
|                                | kw: entrada agua de red         | 3             | " M |
|                                | z: recirculación ACS            | 2             | " M |
|                                | e: vaciado                      | 1 ½           | " M |
|                                | R: conexión lateral resistencia | 2             | " M |
|                                | pc: conexión "lapesa correx-up" | 1 ½           | " M |
|                                | tm: conexión sensores           | ¾             | " M |
| Eficiencia energética:         | Clase ErP                       | C             |     |
|                                | Pérdidas estáticas s/ EN12897   | 266           | W   |
| Dimensiones exteriores:        | D: Diámetro                     | 1910          | mm  |
|                                | H: Altura (sin conexiones)      | 2710          | mm  |
|                                | Diagonal (sin conexiones)       | 3316          | mm  |
| Dimensiones embalaje:          | Anchura / Altura                | 1910 x 2800   | mm  |
| Peso:                          | Sin embalaje / Con embalaje     | 1030 / 1030.5 | kg  |

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO DE MASTER VITRO MVV 5000 RB

### Lapesa Grupo Empresarial, S.L.

Pol. Industrial Malpica, Calle A, Parc. 1-A \* ES-50016 ZARAGOZA (ESPAÑA)  
Tel.: +34 976 465 180 / Fax: +34 976 574 393 \* e-mail: lapesa@lapesa.es





## **ANEJO XIII: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**



# 1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente estudio de seguridad y salud implanta, durante la construcción de la obra, las previsiones relacionadas con la prevención de riesgos y accidentes profesionales y los servicios sanitarios comunes a los trabajadores. De esta forma, contendrá unas pautas básicas para las empresas contratistas sobre cómo gestionar sus obligaciones respecto a la prevención de riesgos profesionales, facilitando así su desarrollo bajo el control del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, según el RD 1627 de 24 de octubre de 1997 en el que se establece las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### 1.1. Generalidades

Este estudio de seguridad y salud está relacionado con el PROYECTO DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR EN EL HOTEL-RESTAURUR

El proyecto queda completamente definido en la documentación respectiva al mismo.

En este documento, se describirán las diferentes fases de ejecución de la obra y las respectivas prevenciones que se aplicarán en cada caso, relacionadas con la seguridad y salud.

### 1.2. Centros asistenciales más próximos

El centro de asistencia más próximo es el Centro de Salud Soria Rural y, en mayor instancia, el Hospital Santa Bárbara de Soria.

### 1.3. Accesos a obra

El acceso a la obra se realizará por las zonas de paso que se han establecido en el lugar de la instalación. Sin embargo, se tendrá en cuenta la circulación peatonal de paseo.

Se tendrán en cuenta las siguientes medidas de protección con el fin de minimizar el riesgo de las personas que transiten por las inmediaciones de la obra:

- ✓ Montaje de malla metálica o elementos prefabricados que permitan separar la zona de obra de la zona de tránsito.
- ✓ Se hará uso de barreras, barandillas o medios alternativos para ayudar a los trabajadores cuando crucen o atraviesen lugares peligrosos (que presenten riesgo de caída, líneas eléctricas de alta tensión, tuberías que

transporten fluidos a alta presión o temperatura, productos químicos peligrosos o inflamables).

- ✓ Las vías de circulación del edificio tanto interiores como exteriores (puertas, pasillos, rampas...), se utilizarán según su uso previo establecido.

En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todas las zonas de trabajo de forma rápida y en condiciones de máxima seguridad.

De forma previa al inicio de la obra, se señalizarán todos los accesos, protegiendo así al personal de paso y el entorno de actuación, a través de señales del tipo:

- Prohibido el paso de toda persona ajena a la obra
- Prohibido fumar y encender fuego
- Protección obligatoria de la cabeza
- Protección obligatoria de los pies
- Protección obligatoria de las manos
- Protección individual obligatoria contra caídas
- Riesgo de tropiezo
- Riesgo de caídas a distinto nivel

## ES OBLIGATORIO SEGUIR TODAS LAS NORMAS DE SEGURIDAD



Figura 29: señalización  
Fuente: [crisanlaboral.es](http://crisanlaboral.es)

## **1.4. Normas de seguridad aplicables en la obra**

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre señalización de seguridad en el trabajo
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre seguridad y salud en las zonas de trabajo.
- Real Decreto 287/1997 de 14 de abril, sobre manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre la utilización de equipos de protección individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, en el que se establece el reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre la utilización de equipos de trabajo.
- Real Decreto 1927/1997 de 24 de octubre, en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 8/1980, 32/1984 y 11/1994 – Estatuto de los trabajadores.
- Ordenanza de trabajo en la construcción, vidrio y cerámica (O.M. 28-08-77, O.M. 4-07-77, O.M. 4-07-83)

## **3. PROCESO DE ANÁLISIS DE RIESGO**

Como primer paso, se realizará un estudio sobre los posibles riesgos en los que se pueden incurrir durante el proceso de ejecución de la obra e instalación.

Posteriormente, se analizará cada fase del proceso y se propondrán y se evaluarán diferentes medidas preventivas tanto colectivas como individuales.

Así, en cada fase de obra distinguiremos los siguientes apartados:

- Descripción de trabajos
- Riesgos más frecuentes
- Normas preventivas de seguridad
- Protección de personas
- Protecciones colectivas

En cuanto a la prevención de riesgos por la utilización de máquinas y herramientas, se tendrá en cuenta las siguientes pautas:

- Se cumplirá lo indicado en el reglamento de máquinas del Real Decreto 1435/92.
- El uso de la maquinaria se realizará únicamente con personal preparado y autorizado.

- Será de uso obligatorio los EPIS (equipos de protección individual), que deberán estar homologados y cuyo uso correcto deberá ser el adecuado en cada momento. Los posibles equipos de protección individual a usar en la obra serán:
  - Cascos
  - Gafas
  - Guantes
  - Calzado de seguridad – botas de seguridad
  - Monos de trabajo
  - Cinturón de sujeción

En cada fase de obra, se recomendarán las protecciones individuales e incluso se obligará el uso según el Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, cuando las circunstancias de la obra lo requieran.

## **4. PROCESO DE MONTAJE DE LA INSTALACIÓN**

### **4.1. Proceso constructivo de la obra**

El proceso constructivo se realizará en el orden establecido las partidas definidas por el ingeniero autor del proyecto de ejecución.

### **4.2. Seguridad durante el proceso constructivo**

#### **4.2.1. Replanteo**

En este proyecto, para realizar el replanteo se necesita marcar o trazar sobre el elemento constructivo todos los elementos de la obra que intervienen en el proyecto, así podremos conocer la posición que tendrá la instalación.

#### **4.2.2. Transporte de material**

El transporte de todos los materiales a utilizar en el proyecto se realizará mediante camiones que llegarán al emplazamiento. De esta forma, se tendrá en cuenta:

- Todo el material recibido deberá estar en sus cajas originales.
- A la hora de apilar el material, se tendrá un especial cuidado con los módulos ya que son muy frágiles, por lo que habrá que asegurarse que el fabricante permita apilarlos y así minimizar el riesgo por rotura.
- Habrá que asegurar que el material no se golpee ni se mueva durante su transporte, minimizando también los movimientos bruscos.
- El material se almacenará en un lugar seguro.
- Evitar dejar a la intemperie equipos.

### **4.2.3. Montaje de la estructura**

El montaje de la estructura se realizará sobre la cubierta del hotel-restaurante y formarán la base sobre la que se colocarán los paneles.

De forma previa al inicio del proceso constructivo, se instalarán andamios o escaleras necesarias para poder acceder al tejado y poder así iniciar todas las tareas.

Los riesgos más frecuentes que se pueden incurrir durante el montaje de la estructura son los siguientes:

- Caídas de personas
- Caídas de objetos al suelo o sobre personas
- Golpes con objetos
- Cortes o lesiones por la utilización de herramientas manuales
- Sobreesfuerzos por pesos excesivos
- Caída de partículas en los ojos

En cuanto a las normas preventivas de seguridad, se tendrán en cuenta las siguientes:

- El jefe de obra dirigirá todas las maniobras para el montaje de la estructura, por lo que vigilará que no se realicen maniobras inseguras o que puedan poner en peligro la integridad del personal.
- Todas las zonas sobre las que se trabajarán estarán bien iluminadas.
- Al realizarse los trabajos de montaje de la estructura en una altura de 9 metros sobre el nivel del suelo, es considerado como trabajos en altura por lo que se deberán instalar unas protecciones propias adecuadas para este tipo de trabajos.
- Se limpiarán los escombros de forma periódica.

Por otro lado, las protecciones para el personal será el siguiente:

- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Trajes aptos para días lluviosos
- Gafas antiimpactos
- Arnés de seguridad

Y como protección colectiva, será obligatorio la colocación de señales de trabajo y redes anticaídas.

### **4.2.4. Instalación del sistema híbrido**

Los paneles híbridos se colocarán sobre las estructuras de soporte apropiadas siguiendo el manual del fabricante.

Los riesgos más frecuentes en los que se pueden incurrir durante la instalación son:

- Caídas de objetos al suelo o sobre personas
- Caídas de personas
- Golpes con objetos
- Cortes o lesiones por la utilización de herramientas
- Sobreesfuerzos por pesos excesivos
- Caída de partículas en los ojos

En cuanto a las normas preventivas de seguridad, se tendrán en cuenta las siguientes:

- La instalación de las placas se llevará a cabo por personal especializado.
- Todas las zonas de trabajo contarán con una iluminación adecuada.
- Al realizarse los trabajos de montaje de la estructura en una altura de 9 metros sobre el nivel del suelo, es considerado como trabajos en altura por lo que se deberán instalar unas protecciones propias adecuadas para este tipo de trabajos y los trabajadores deberán haber recibido una formación previa para realizar este tipo de trabajos.
- Cuando el momento de la instalación coincida con una exposición directa al sol, se realizarán unas paradas periódicas para evitar fatiga, mareos o deshidratación.
- Los módulos se colocarán boca abajo o cubiertos evitando así que esté expuesto al sol y se pueda producir tensiones en sus terminales.

Por otro lado, las protecciones para el personal serán las siguientes:

- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Guantes de cuero e impermeables
- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Trajes aptos para días lluviosos
- Gafas antiimpactos
- Arnés de seguridad

Y como protección colectiva, será obligatorio la colocación de redes anticaídas e iluminación de la zona.

#### **4.2.5. Instalación de la red eléctrica**

Toda la instalación de cableado, canalizaciones y protecciones eléctricas de BT se realizará según lo establecido en el presente proyecto.

En cuanto a los riesgos más frecuentes que se pueden producir durante la instalación de la red eléctrica encontramos:

- Caídas o tropiezos
- Cortes o lesiones por el uso de herramientas

- Electrocutación
- Pisar objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

Para ello, las normas preventivas de seguridad que se tendrán en cuenta serán:

- Los trabajadores contarán con todos los elementos de seguridad.
- Evitar el uso de objetos personales (reloj, anillos...) que contengan piezas metálicas durante el trabajo. Este tipo de accesorios pueden conducir la electricidad, haciendo que sea peligroso para el trabajador en el caso de que se produzca una descarga.
- Realizar la instalación con el suministro de electricidad apagado.
- Inspeccionar la zona de trabajo para evitar la presencia de líquidos.
- Se establecerá un nivel de tensión de 48 V de seguridad personal tanto en corriente continua como en alterna.
- Se utilizarán herramientas aisladas para evitar el contacto accidental simultáneo de los bornes.

En este caso, las protecciones para el trabajador serán:

- Casco de polietileno
- Guantes de cuero y de aislamiento mínimo de 1kV frente al contacto eléctrico
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo
- Arnés de seguridad

En cuanto a las protecciones colectivas:

- Todas las herramientas y máquinas que se utilizarán estarán en perfecto estado
- Correcto mantenimiento y repuesto de protecciones
- Correcta iluminación
- Todas las zonas de riesgo estarán perfectamente señalizadas

## **4.3. Maquinaria**

### **4.3.1. Sierra de mesa**

El uso de esta máquina está destinada a los cortes de los tubos protectores del cableado y de perfilera metálica.

Los riesgos más propensos a darse durante su uso son:

- Cortes
- Golpes

- Generación de polvo
- Descarga eléctrica
- Ruido ambiental
- Sobreesfuerzos

Además, esta máquina cuenta con los siguientes elementos de protección:

- Carcasa de cubrición del disco de corte: evita el contacto del operario con el disco y las partículas que se pueden desprender durante su uso.
- Cuchillo divisor de corte: evita el retroceso del elemento de corte hacia el operario.
- Empujador de la pieza a cortar
- Guía para corte longitudinal
- Resguardo de disco fijo
- Puesta a tierra



Figura 30: sierra de mesa  
Fuente: INSST

Para minimizar los riesgos que se puedan producir, las normas preventivas a seguir son:

- Antes de utilizar la máquina, se comprobará el estado del disco cortador. Así, en caso de presentar desgaste o agrietamiento, se procederá a sustituir el disco por uno nuevo.
- Durante el corte, el disco deberá estar protegido, es decir, con la carcasa de cubrición bajada.
- La alimentación eléctrica se hará con mangueras antihumedad.
- La maquinaria no estará ubicada sobre zonas encharcadas, con el fin de evitar riesgos por contacto eléctrico.
- Habrá un recipiente que contenga todos los restos de los cortes que se realicen.
- El mantenimiento lo realizará sólo personal autorizado.

Para la protección de cada trabajador se utilizará:

- Casco de seguridad
- Gafas antipartículas o con pantalla anti-proyecciones
- Protección auditiva
- Mascarilla con filtro antipolvo
- Botas de seguridad
- Guantes de cuero

En cuanto a la protección colectiva, se tendrá en cuenta que:

- La máquina va a estar colocada en una zona que no sea de paso y tenga buena ventilación.
- Correcta conservación del cableado eléctrico.

### **4.3.2. Herramientas generales**

Con herramientas generales, nos referimos a pequeñas herramientas que se usan en trabajos de montaje eléctrico como taladros, sierras, atornilladores...

Los riesgos principales que se encuentran durante su uso son:

- Contacto eléctrico
- Golpes
- Cortes
- Lesiones oculares por la predisposición a partículas
- Ruido
- Quemaduras

Las normas preventivas de seguridad que se adoptarán para minimizar los riesgos son:

- Uso adecuado de las herramientas
- Las herramientas empleadas serán de buena calidad y estarán en correcto estado y contarán con elementos de protección propios de cada una de ellas.
- Utilización de protecciones individuales
- Las máquinas estarán protegidas eléctricamente por un doble aislamiento.
- Elegir los accesorios correctos teniendo en cuenta la herramienta y el trabajo a realizar.
- Fijar los materiales de pequeñas dimensiones con mordazas, antes de empezar a trabajar en ellos.
- Queda prohibido dejar las herramientas eléctricas en el suelo o en marcha.

Para la protección de cada trabajador se utilizará:

- Guantes
- Calzado de seguridad
- Gafas protectoras
- Protectores auditivos

### 4.3.3. Maquinaria de elevación

Durante la ejecución de la obra, se decidirá qué herramientas de elevación se usarán y se tendrán en cuenta, las normas que se aplican en cada caso. A continuación, se muestran las normas de uso para los diferentes tipos de herramientas que se puedan utilizar:

- Poleas: sólo se hará uso de las poleas que giren bien, por lo que se hará siempre una revisión previa antes de su uso. Se utilizarán tornillos con tuerca, pasadores, etc. para su sujeción.



*Figura 31: polea*  
*Fuente: equipoverical.com*

- Camisas: no se usarán las camisas que tengan cables rotos y deben ser adecuadas para cada cable.



*Figura 32: camisas*  
*Fuente: puravespa.com*

- Grilletes: no deben presentar deformaciones y cuando lleven rosca, ésta se apretará a tope.



*Figura 33: grillete*  
*Fuente: metaltis.es*

- Trócolas y pastecas: se revisarán antes de su uso.
- Ejes: tienen como función soportar pesos de bobinas.
- Cuerdas: para su uso, el personal deberá tener guantes de cuero y se utilizarán protecciones cuando se trabaje sobre aristas. Con el fin de eliminar la suciedad, las cuerdas se lavarán y se secarán antes de su almacenamiento. Además, se enrollarán para conservarlas de una mejor manera.
- Cables: tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 6 y para su manejo, los trabajadores deberán llevar puestos los guantes de cuero. Antes de su uso, se revisarán los nudos, la corrosión y los alambres.

## 5. BOTIQUÍN

Como complemento a todas las medidas preventivas que se han mencionado anteriormente, en la obra se dispondrá de un botiquín con los siguientes elementos:

- Vendas
- Vendas adhesivas
- Tijeras
- Pinzas
- Esparadrapo
- Gasas
- Tiritas
- Pomada desinfectante
- Alcohol
- Guantes desechables
- Soluciones y toallitas antisépticas
- Suero fisiológico
- Betadine
- Agua oxigenada
- Manual de primeros auxilios

## **DOCUMENTO N°2: PLANOS**



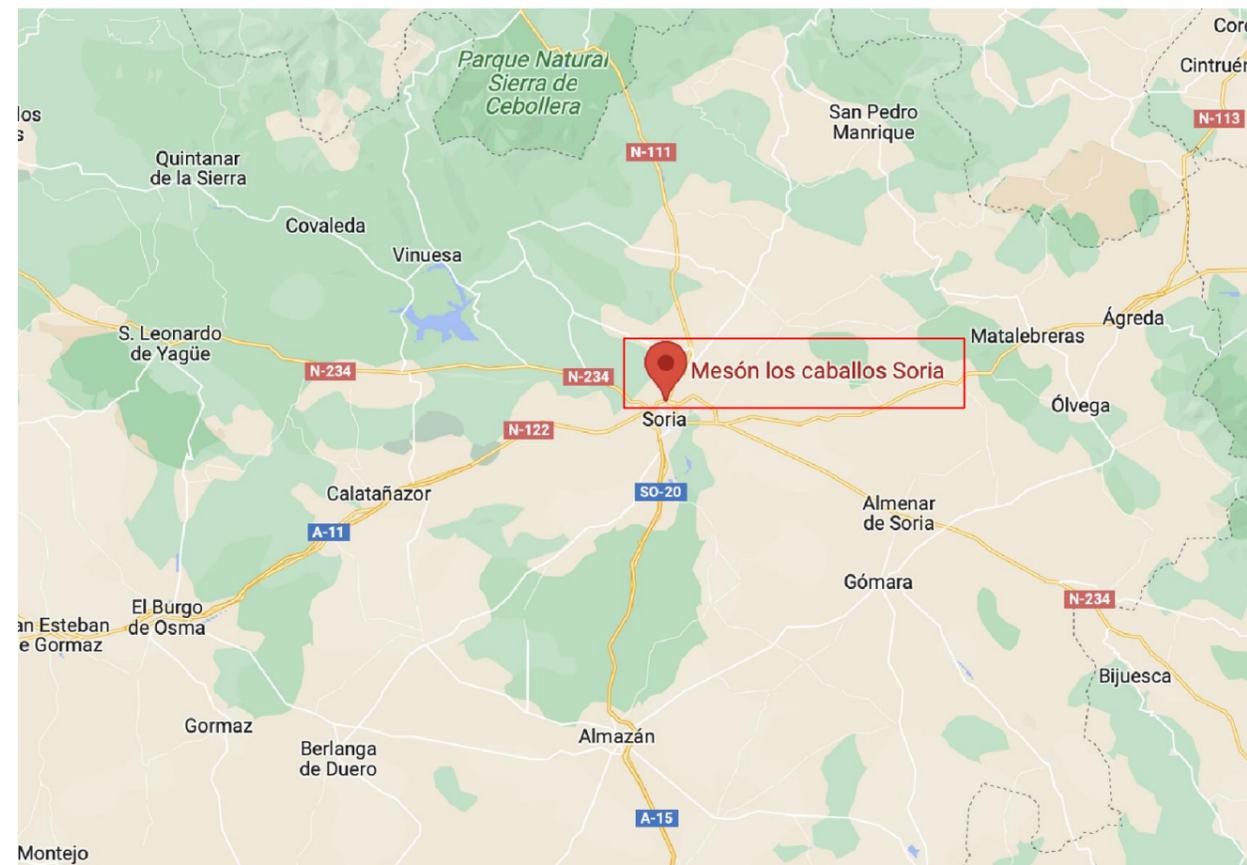
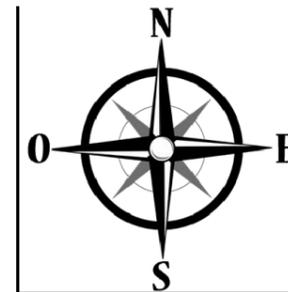




## ÍNDICE

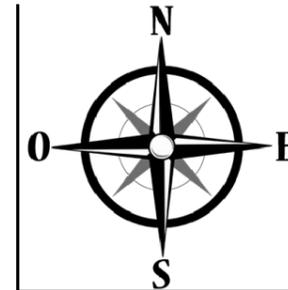
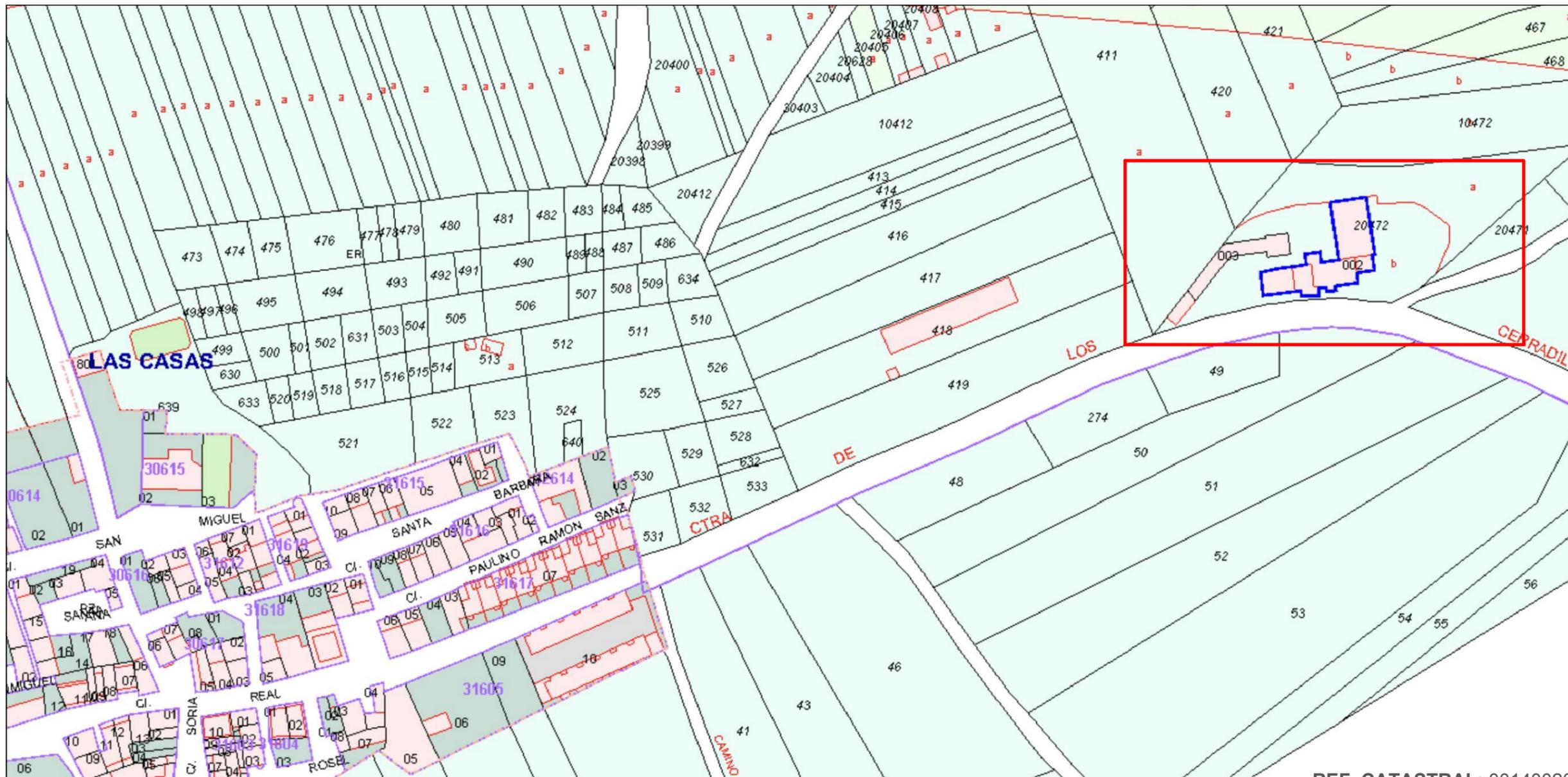
1. **PLANO DE SITUACIÓN** ..... ¡Error! Marcador no definido.
2. **PLANO EMPLAZAMIENTO** ..... ¡Error! Marcador no definido.
3. **PLANO DE REPLANTEO** ..... ¡Error! Marcador no definido.
4. **PLANO DE DISTRIBUCIÓN EN CUBIERTA DE LOS MÓDULOS**..... ¡Error! Marcador no definido.
5. **PLANO DE DETALLE DE LA CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS**..... ¡Error! Marcador no definido.
6. **PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 1** ..... ¡Error! Marcador no definido.
7. **PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 2**..... ¡Error! Marcador no definido.
8. **PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 3**..... ¡Error! Marcador no definido.
9. **PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 4**..... ¡Error! Marcador no definido.
10. **PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 5**.... ¡Error! Marcador no definido.
11. **PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 6**.... ¡Error! Marcador no definido.
12. **PLANO DE ACOTACIÓN – CUBIERTA 7**.... ¡Error! Marcador no definido.
13. **DIAGRAMA UNIFILAR**..... ¡Error! Marcador no definido.



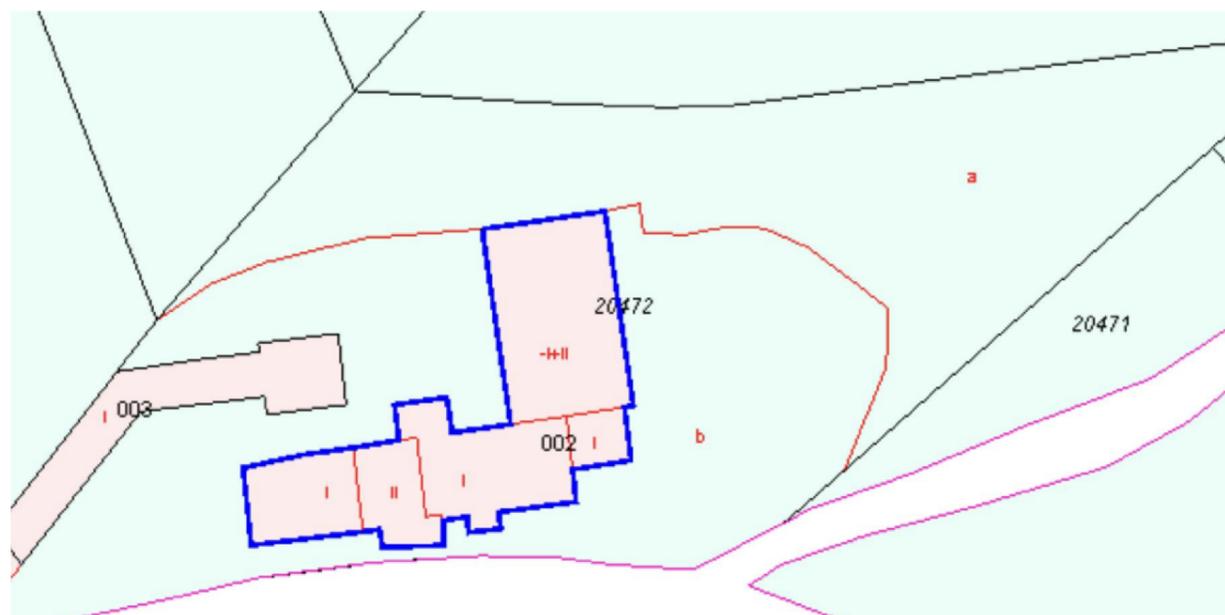


**UBICACIÓN: LAS CASAS, SORIA**  
**COORDENADAS: 41.785140 ; -2.477308**

|                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                 |                                                          |                                                                                       |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                   |  | <b>U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br><b>GRADO DE INGENIERIA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                                          |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                        |  | PROMOTOR: <i>Alfredo Tejero</i>                                                                                 |                                                          |                                                                                       |  |
| TÍTULO:<br><p style="text-align: center;"><i>PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR<br/>         EN EL HOTEL-RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA</i></p> |  |                                                                                                                 |                                                          |                                                                                       |  |
| LOCALIZACIÓN:<br><p style="text-align: center;"><i>Barrio Las Casas, Soria</i></p>                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                 | ESCALA:<br><p style="text-align: center;"><i>S/N</i></p> |                                                                                       |  |
| FECHA: <i>20/09/2023</i><br>FIRMA:                                                                                                                                                                                                     |  | DENOMINACIÓN:<br><p style="text-align: center;"><i>SITUACIÓN</i></p>                                            |                                                          | PLANO N°:<br><p style="text-align: center;"><i>1</i></p>                              |  |
| ALUMNO: <i>Carolina Bastidas</i>                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                 |                                                          |                                                                                       |  |



REF. CATASTRAL: 001400200WM42E0000RA



U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: Alfredo Tejero

TÍTULO:

PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR  
EN EL HOTEL-RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA

LOCALIZACIÓN:

Las Casas, Soria

ESCALA:

S/N

FECHA: 20/09/2023  
FIRMA:

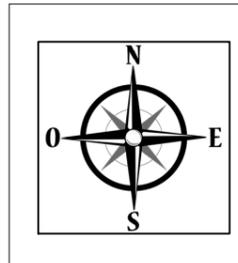
DENOMINACIÓN:

EMPLAZAMIENTO

PLANO N°:

2

ALUMNO: Carolina Bastidas



U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: Alfredo Tejero

TÍTULO: PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR  
EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA

LOCALIZACIÓN:  
LAS CASAS, SORIA

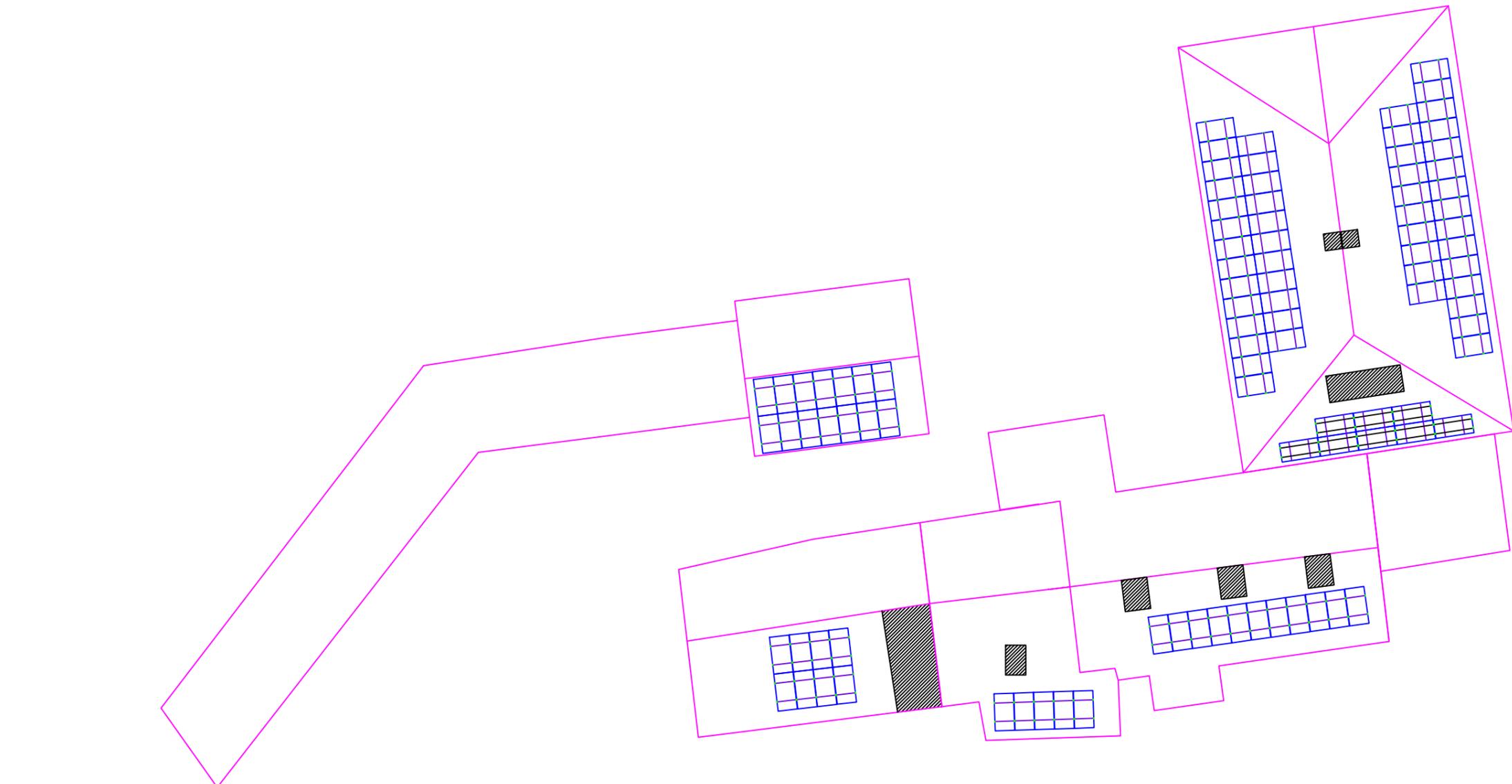
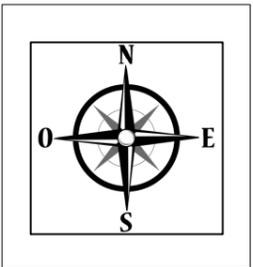
ESCALA:  
1/300

FECHA: 20/09/2023  
FIRMA:

DENOMINACIÓN:  
REPLANTEO

PLANO N°:  
3

ALUMNO:  
CAROLINA BASTIDAS CUENCA



**LEYENDA:**

Módulos 

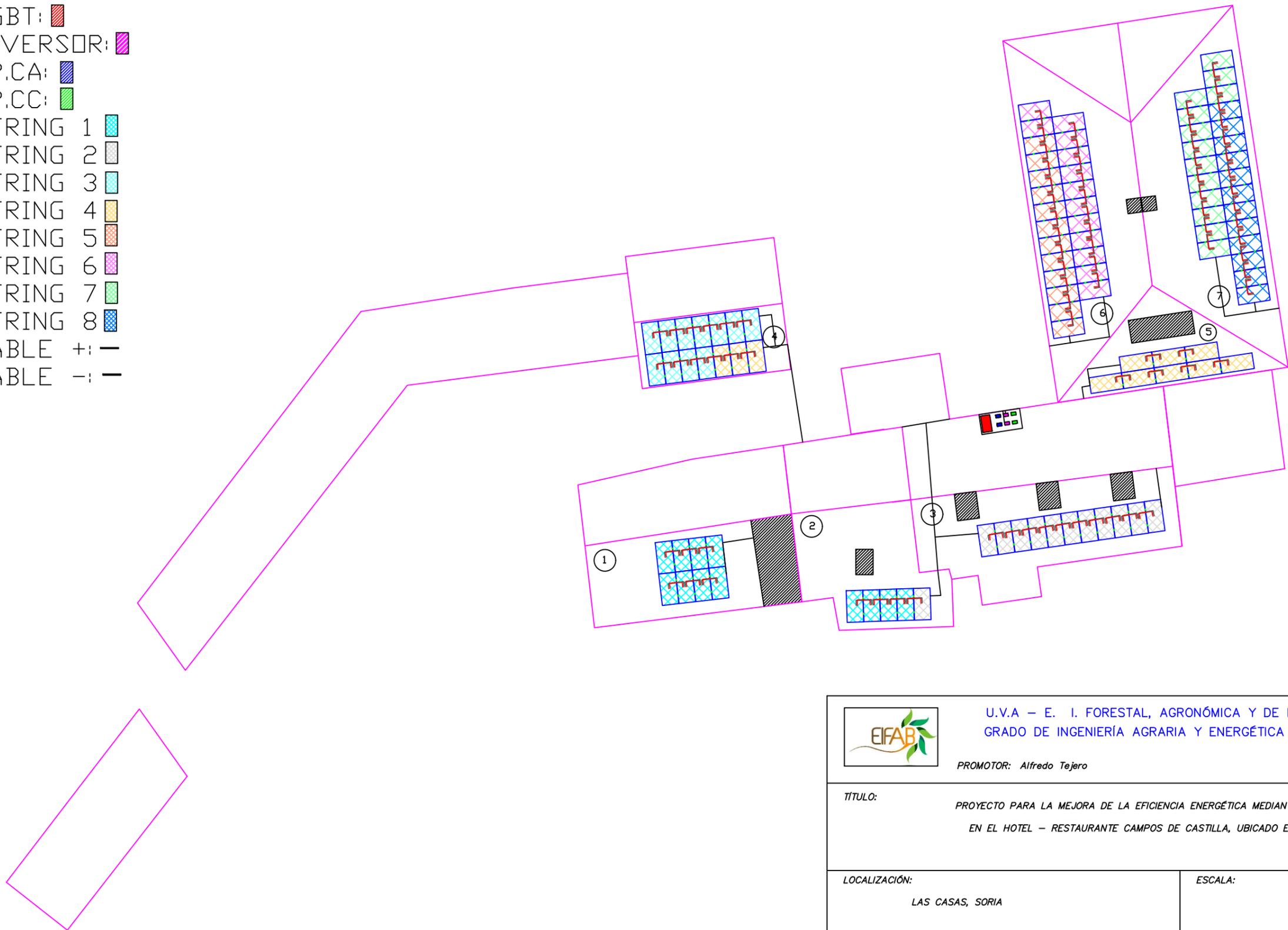
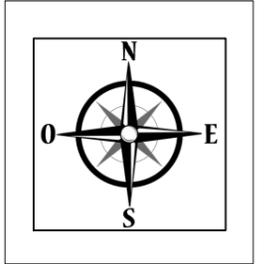
Estructura soporte 

Uniones 

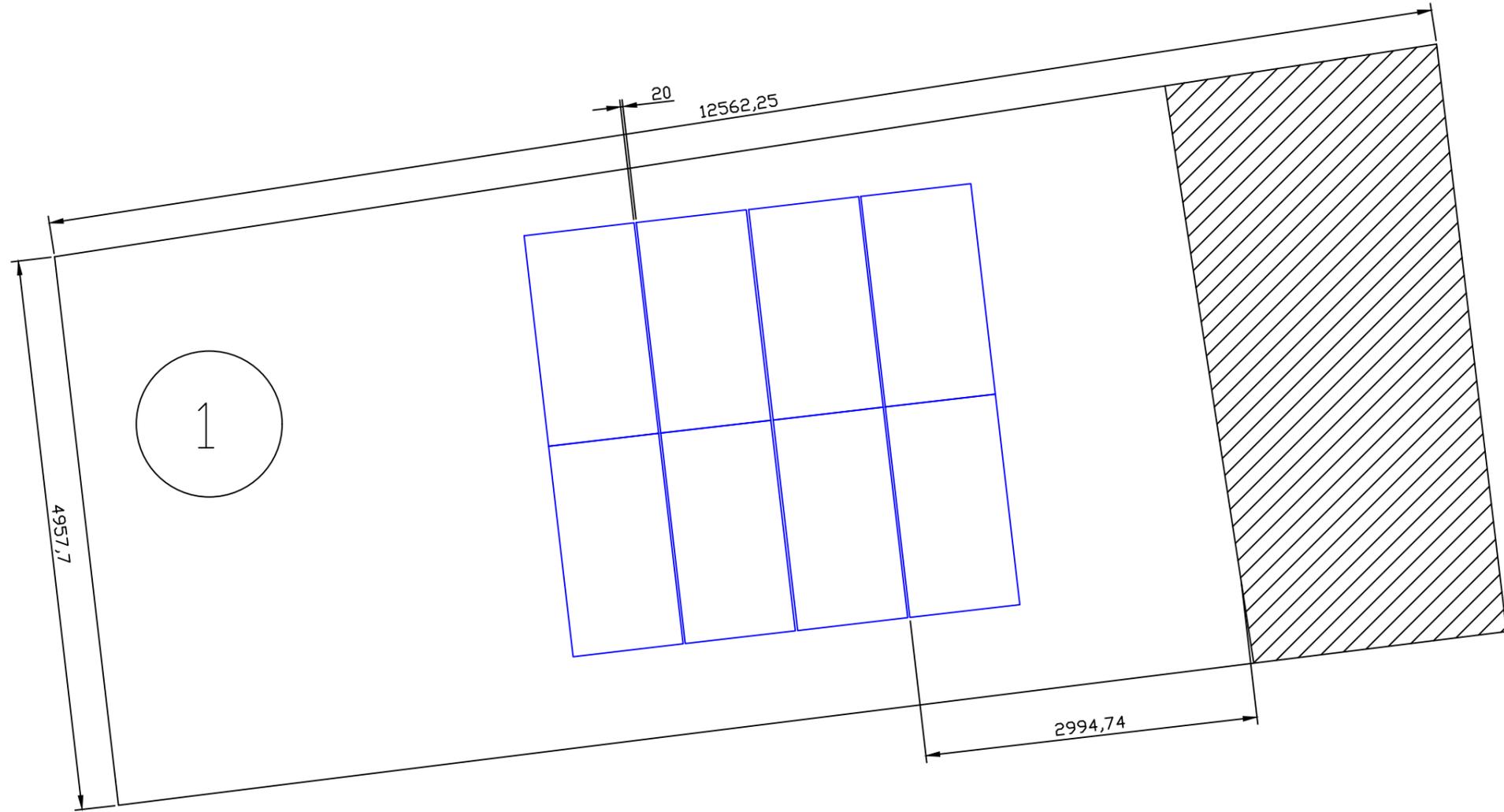
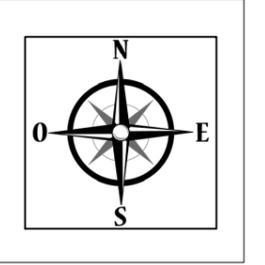
|                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        | <b>U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br><b>GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |  |
| <b>PROMOTOR:</b> Alfredo Tejero                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR<br>EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA |                                                                                                                 |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>LAS CASAS, SORIA                                                                                                                                                    | <b>ESCALA:</b><br>1/250                                                                                         |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 20/09/2023<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                   | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>DISTRIBUCIÓN DE LOS MÓDULOS EN LAS CUBIERTAS                                            | <b>PLANO N°:</b><br>3                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b><br>CAROLINA BASTIDAS CUENCA                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |                                                                                       |

# LEYENDA

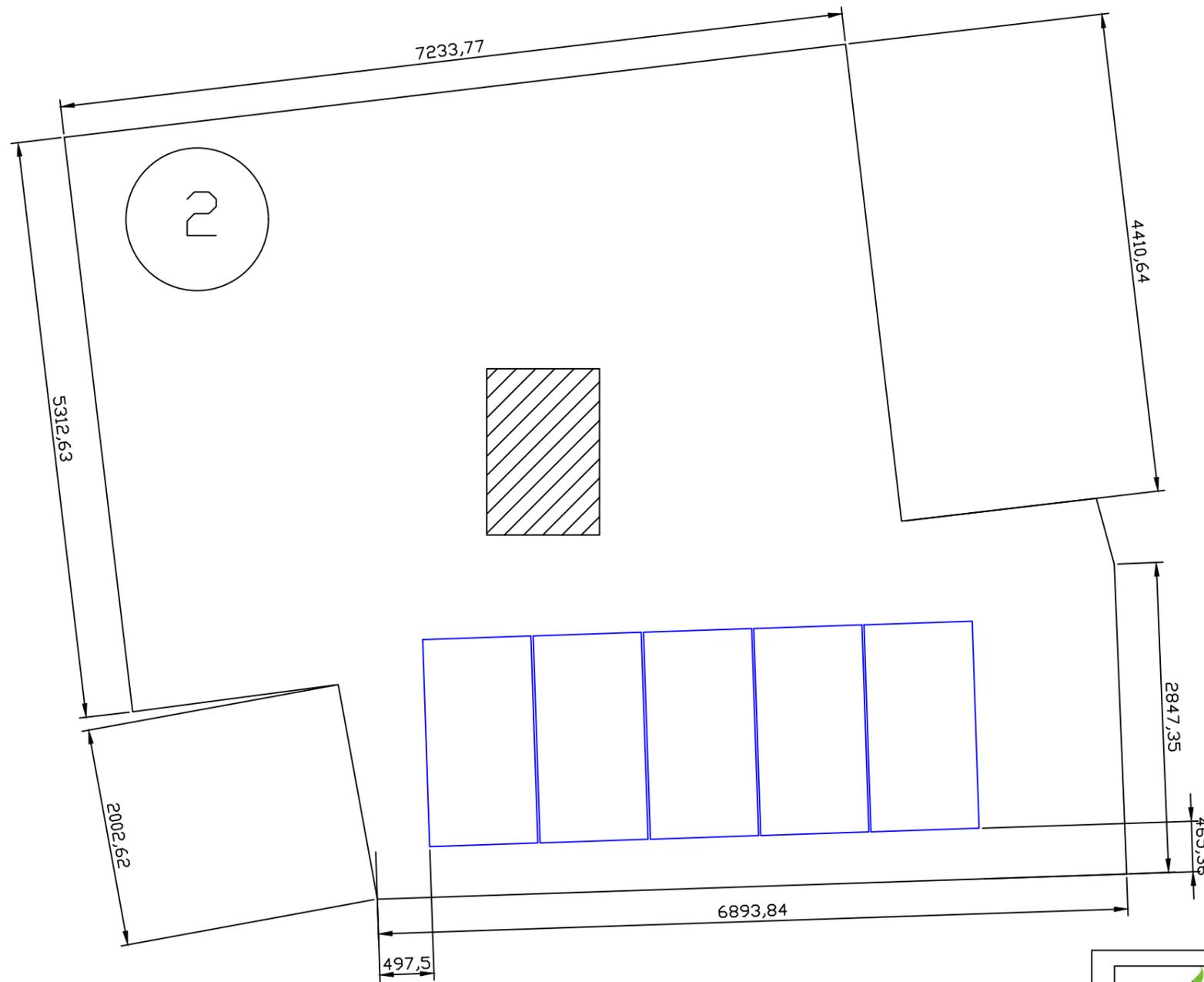
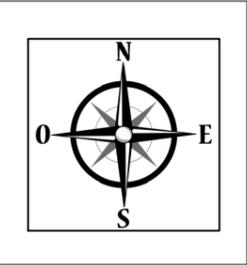
- CGBT:
- INVERSOR:
- CP.CA:
- CP.CC:
- STRING 1:
- STRING 2:
- STRING 3:
- STRING 4:
- STRING 5:
- STRING 6:
- STRING 7:
- STRING 8:
- CABLE +:
- CABLE -:



|                                                                                                                                                                                              |                                                                                                           |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         | <p>U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p> |  |
| <p>PROMOTOR: Alfredo Tejero</p>                                                                                                                                                              |                                                                                                           |                                                                                       |
| <p>TÍTULO: <i>PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA</i></p> |                                                                                                           |                                                                                       |
| <p>LOCALIZACIÓN: <i>LAS CASAS, SORIA</i></p>                                                                                                                                                 | <p>ESCALA: <i>1/250</i></p>                                                                               |                                                                                       |
| <p>FECHA: <i>20/09/2023</i><br/>FIRMA:</p>                                                                                                                                                   | <p>DENOMINACIÓN:<br/><i>PLANO DE DETALLE DE CONEXIÓN DE MÓDULOS</i></p>                                   | <p>PLANO N°:<br/><i>4</i></p>                                                         |
| <p>ALUMNO:<br/><i>CAROLINA BASTIDAS CUENCA</i></p>                                                                                                                                           |                                                                                                           |                                                                                       |



|                                                                                                                                                                                   |                                                     |                                                                                                   |                 |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                              |                                                     | U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |                 |  |
| PROMOTOR: Alfredo Tejero                                                                                                                                                          |                                                     |                                                                                                   |                 |                                                                                       |
| TÍTULO: PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR<br>EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA |                                                     |                                                                                                   |                 |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>LAS CASAS, SORIA                                                                                                                                                 |                                                     |                                                                                                   | ESCALA:<br>1/50 |                                                                                       |
| FECHA: 20/09/2023<br>FIRMA:                                                                                                                                                       | DENOMINACIÓN:<br>DETALLE DE ACOTACIÓN<br>CUBIERTA 1 |                                                                                                   | PLANO N°:<br>5  |                                                                                       |
| ALUMNO:<br>CAROLINA BASTIDAS CUENCA                                                                                                                                               |                                                     |                                                                                                   |                 |                                                                                       |



U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: Alfredo Tejero

TÍTULO: PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR  
EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA

LOCALIZACIÓN: LAS CASAS, SORIA

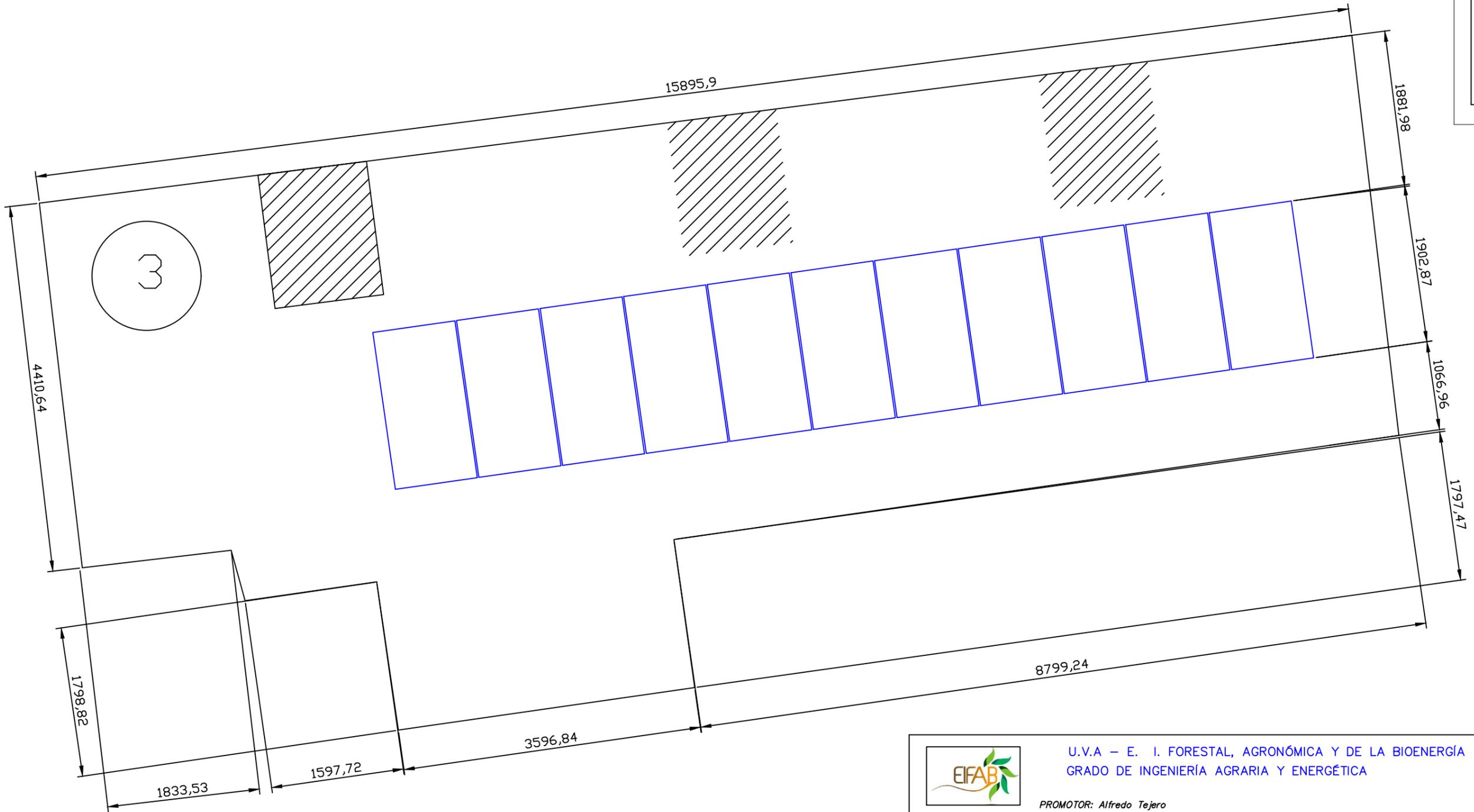
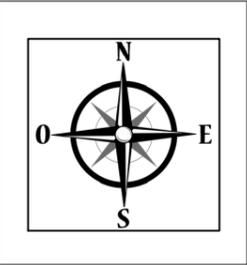
ESCALA: 1/50

FECHA: 20/09/2023  
FIRMA:

DENOMINACIÓN: DETALLE DE ACOTACIÓN  
CUBIERTA 2

PLANO N°: 6

ALUMNO: CAROLINA BASTIDAS CUENCA



U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: Alfredo Tejero

TÍTULO: PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR  
EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA

LOCALIZACIÓN: LAS CASAS, SORIA

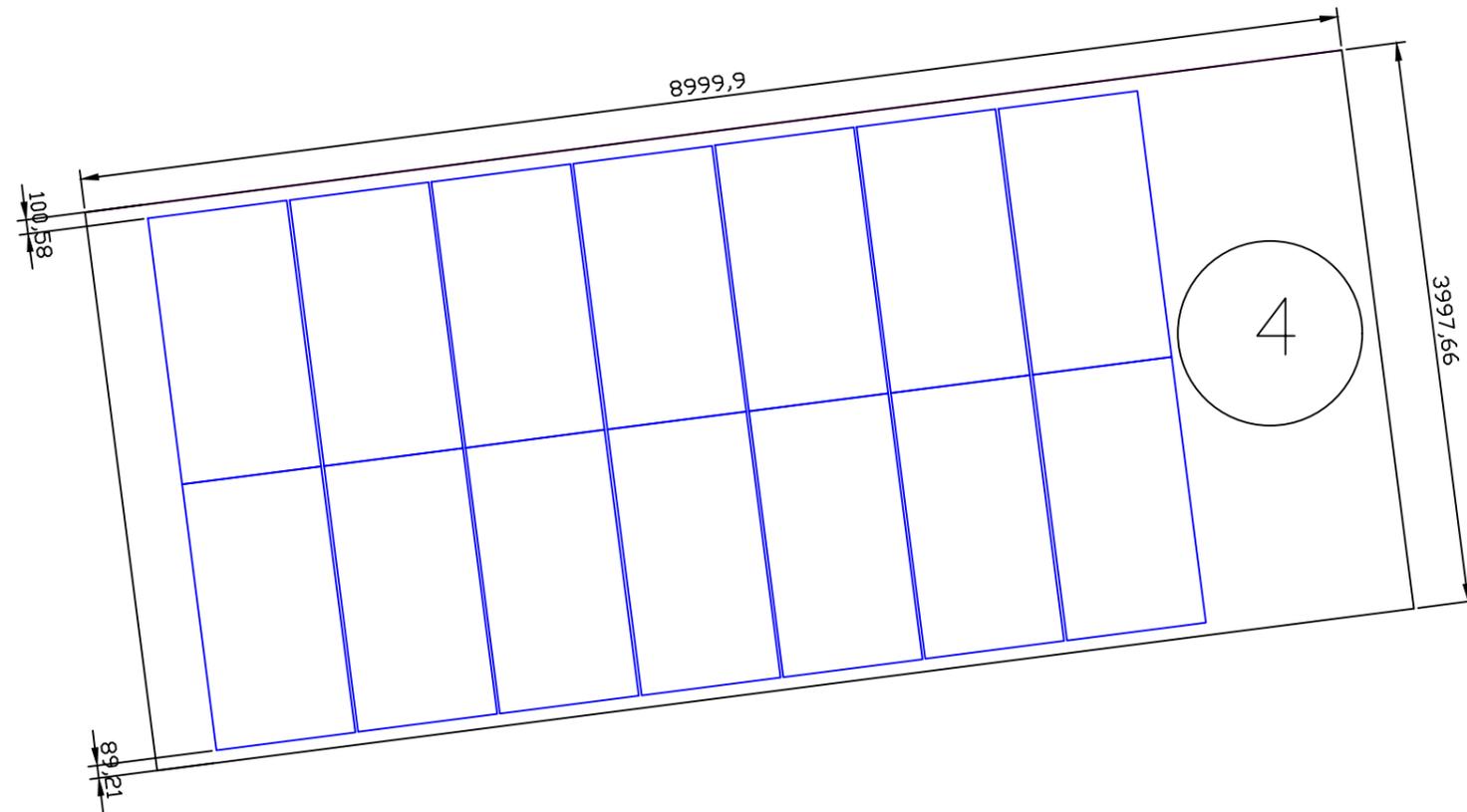
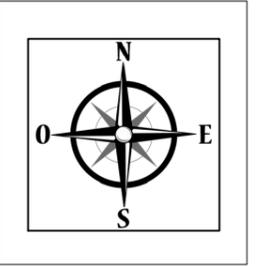
ESCALA: 1/50

FECHA: 20/09/2023  
FIRMA:

DENOMINACIÓN: DETALLE DE ACOTACIÓN  
CUBIERTA 3

PLANO N°: 7

ALUMNO: CAROLINA BASTIDAS CUENCA



U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: Alfredo Tejero

TÍTULO: PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR  
EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA

LOCALIZACIÓN:  
LAS CASAS, SORIA

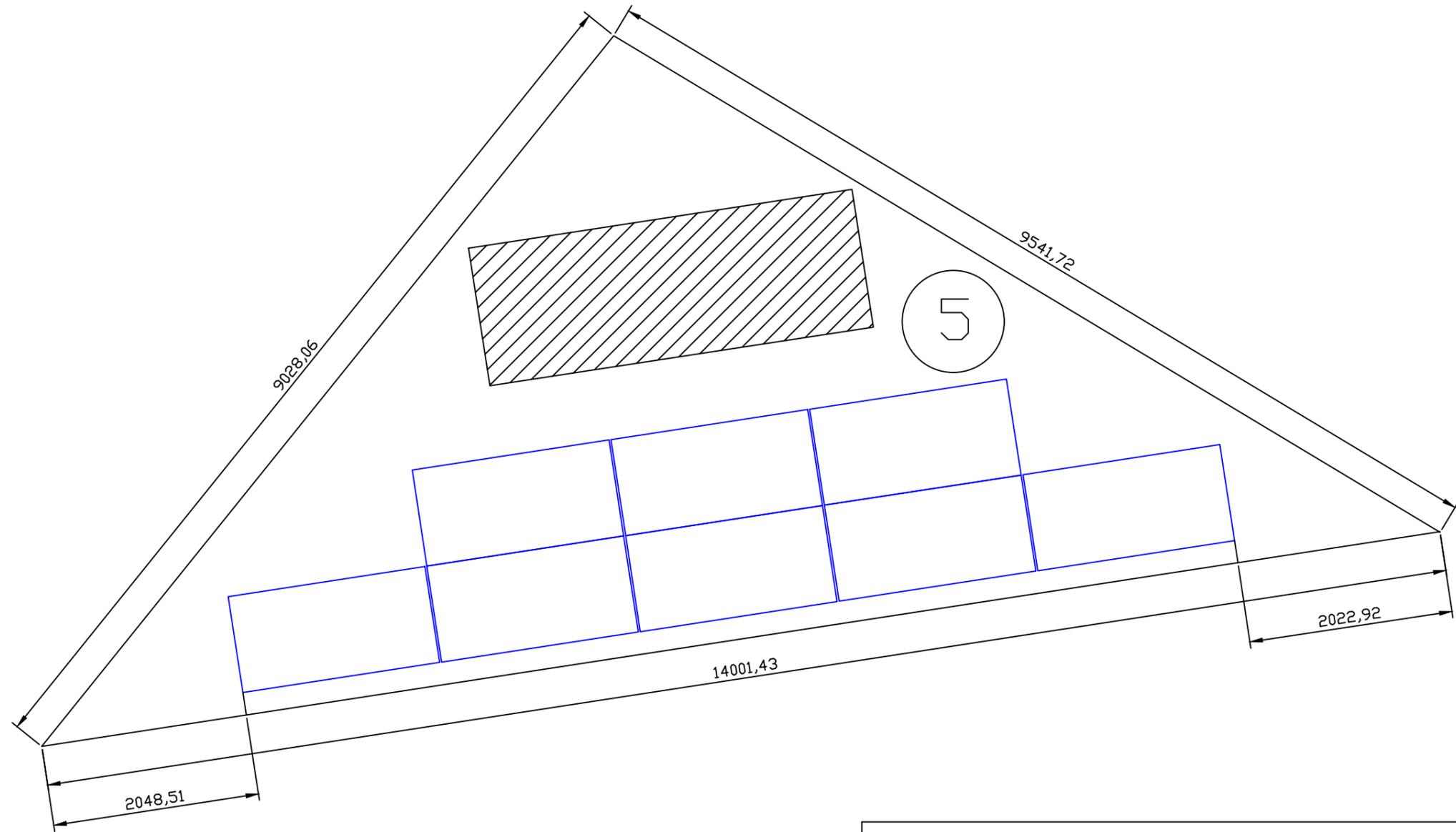
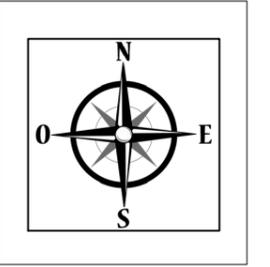
ESCALA:  
1/50

FECHA: 20/09/2023  
FIRMA:

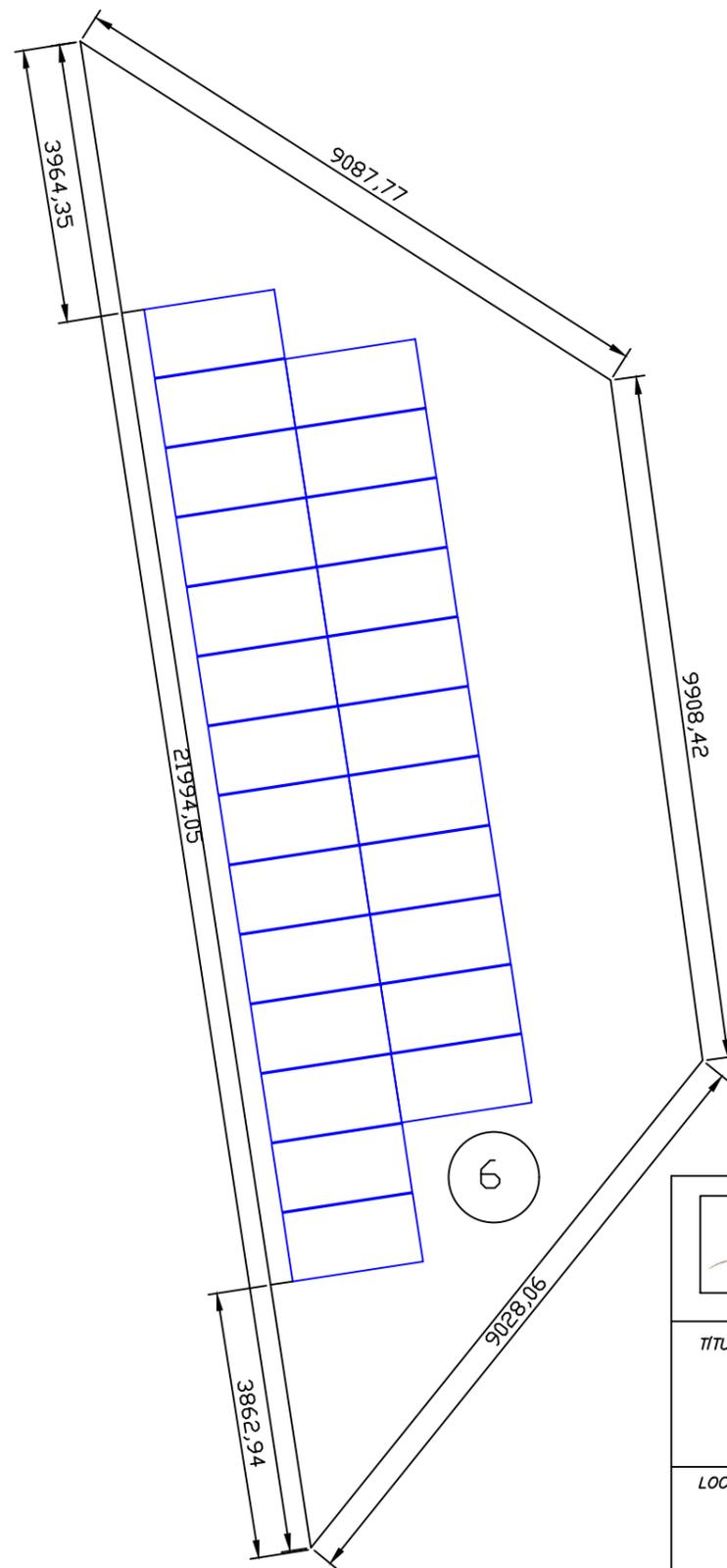
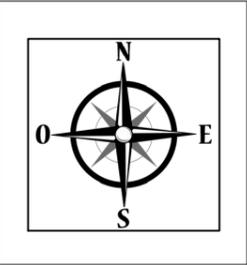
DENOMINACIÓN:  
DETALLE DE ACOTACIÓN  
CUBIERTA 4

PLANO N°:  
8

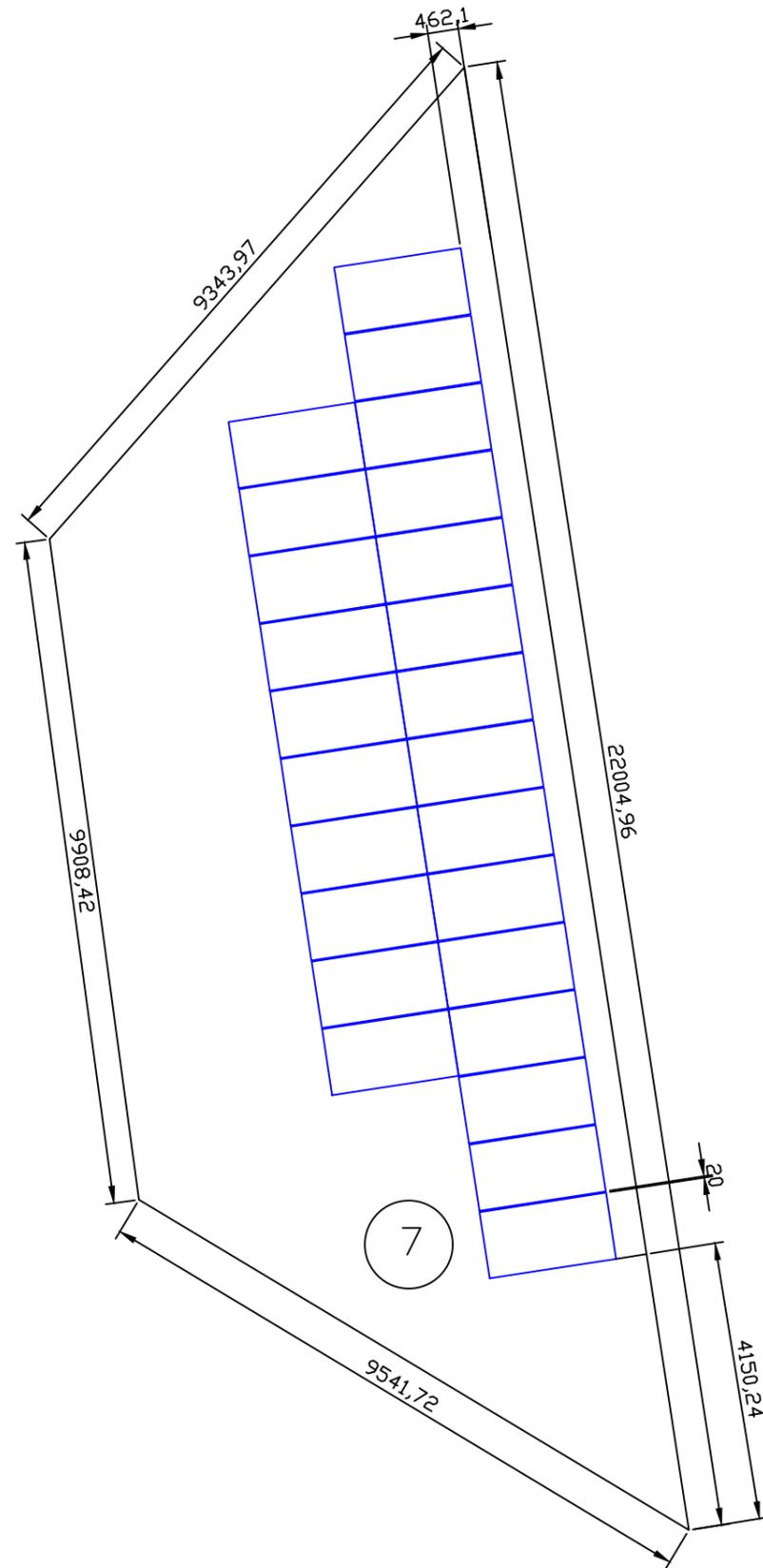
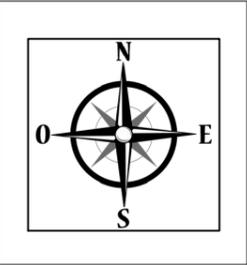
ALUMNO:  
CAROLINA BASTIDAS CUENCA



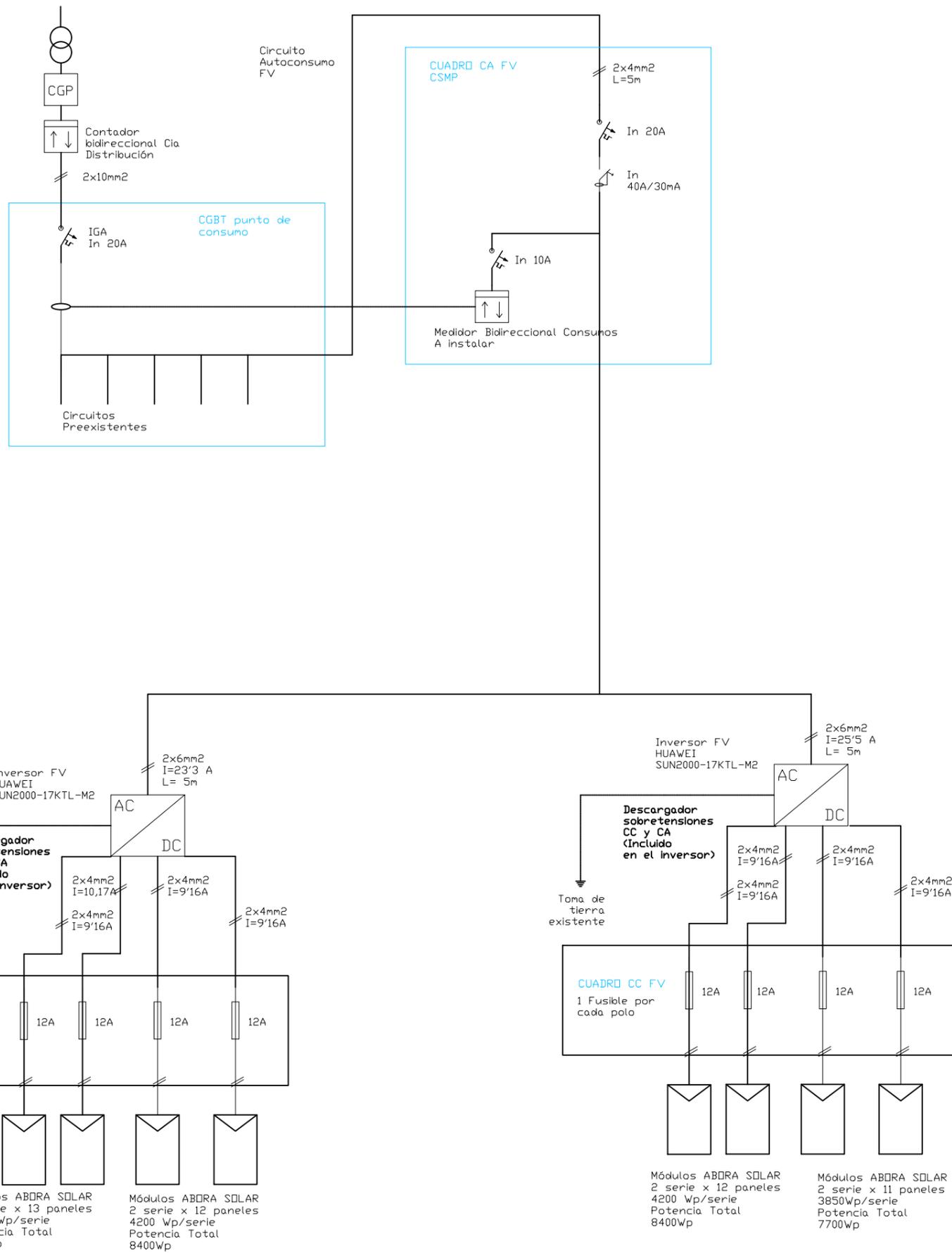
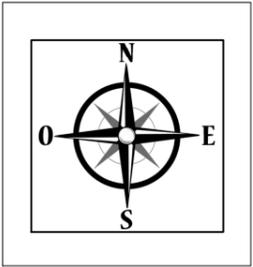
|                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        | <b>U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br><b>GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |  |
| <b>PROMOTOR:</b> Alfredo Tejero                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR<br>EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA |                                                                                                                 |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>LAS CASAS, SORIA                                                                                                                                                    | <b>ESCALA:</b><br>1/50                                                                                          |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 20/09/2023<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                   | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>DETALLE DE ACOTACIÓN<br>CUBIERTA 5                                                      | <b>PLANO N°:</b><br>9                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b><br>CAROLINA BASTIDAS CUENCA                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |                                                                                       |



|                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                 |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                | <b>U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br><b>GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |  |
| <i>PROMOTOR: Alfredo Tejero</i>                                                                                                                                                                     |                                                                                                                 |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br><i>PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR<br/>EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA</i> |                                                                                                                 |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br><i>LAS CASAS, SORIA</i>                                                                                                                                                     | <b>ESCALA:</b><br><i>1/100</i>                                                                                  |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> <i>20/09/2023</i><br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                    | <b>DENOMINACIÓN:</b><br><i>DETALLE DE ACOTACIÓN<br/>CUBIERTA 6</i>                                              | <b>PLANO N°:</b><br><i>10</i>                                                         |
| <b>ALUMNO:</b><br><i>CAROLINA BASTIDAS CUENCA</i>                                                                                                                                                   |                                                                                                                 |                                                                                       |



|                                                                                                                                                                                           |                                                                                                           |                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                           | <p>U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p> |                                     |
| <p>PROMOTOR: Alfredo Tejero</p>                                                                                                                                                           |                                                                                                           |                                     |
| <p>TÍTULO: PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR<br/>EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA</p> |                                                                                                           |                                     |
| <p>LOCALIZACIÓN:</p>                                                                                                                                                                      | <p>LAS CASAS, SORIA</p>                                                                                   | <p>ESCALA:</p>                      |
| <p>1/100</p>                                                                                                                                                                              |                                                                                                           | <p>FECHA: 20/09/2023<br/>FIRMA:</p> |
| <p>DENOMINACIÓN:</p>                                                                                                                                                                      | <p>DETALLE DE ACOTACIÓN<br/>CUBIERTA 7</p>                                                                | <p>PLANO N°:</p>                    |
| <p>ALUMNO:<br/>CAROLINA BASTIDAS CUENCA</p>                                                                                                                                               | <p>11</p>                                                                                                 |                                     |



|                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br><b>GRADO DE INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                  |  |
| PROMOTOR: <i>Alfredo Tejero</i>                                                                                                                                                                       |                                  |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>PROYECTO PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR<br>EN EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA           |                                  |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>LAS CASAS, SORIA                                                                                                                                                              |                                  | <b>ESCALA:</b><br>S/N                                                                 |
| <b>FECHA:</b> 20/09/2023<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                             | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>UNIFILAR | <b>PLANO N°:</b><br>12                                                                |
| <b>ALUMNO:</b><br>CAROLINA BASTIDAS CUENCA                                                                                                                                                            |                                  |                                                                                       |

PROYECTO PARA LA MEJORA DE LEFICIENCIA ENERGÉTICA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA SOLAR EN  
EL HOTEL – RESTAURANTE CAMPOS DE CASTILLA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE SORIA

## **DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES**







## **ÍNDICE**

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. CONDICIONES GERNERALES FACULTATIVAS .....</b>                                          | <b>1</b>  |
| 1.1. Condiciones generales .....                                                             | 1         |
| 1.2. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares ..... | 1         |
| 1.3. Recepción de las instalaciones.....                                                     | 2         |
| <b>2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS .....</b>                                     | <b>2</b>  |
| 2.1. Objeto .....                                                                            | 2         |
| 2.2. Campo de aplicación.....                                                                | 3         |
| 2.3. Condiciones generales .....                                                             | 3         |
| 2.3.1. Equipamiento .....                                                                    | 3         |
| 2.3.2. Materiales.....                                                                       | 3         |
| 2.3.2.1. Conductores activos .....                                                           | 3         |
| 2.3.2.2. Conductores de protección.....                                                      | 4         |
| 2.3.2.3. Identificación de los conductores .....                                             | 4         |
| 2.3.2.4. Aparatos de mando y maniobra .....                                                  | 4         |
| 2.3.2.5. Aparatos de protección .....                                                        | 4         |
| 2.3.2.6. Cuadros de montaje .....                                                            | 5         |
| <b>3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE .....</b>                             | <b>5</b>  |
| 3.1. Ámbito de aplicación.....                                                               | 5         |
| 3.2. Condiciones generales .....                                                             | 5         |
| 3.3. Condiciones facultativas legales .....                                                  | 6         |
| 3.4. Especificaciones del montaje.....                                                       | 9         |
| 3.4.1. Objeto .....                                                                          | 9         |
| 3.4.2. Prescripciones generales del montaje de BT.....                                       | 9         |
| 3.4.3. Prescripciones de montaje de la estructura de soporte de los módulos 10               | 9         |
| 3.5. Especificaciones de uso y mantenimiento .....                                           | 11        |
| 3.5.1. Módulos híbridos .....                                                                | 11        |
| 3.5.2. Inversores .....                                                                      | 11        |
| 3.5.3. Armarios de conexión .....                                                            | 11        |
| 3.5.4. Barra de puesta a tierra .....                                                        | 12        |
| 3.6. Seguridad en el trabajo .....                                                           | 12        |
| <b>4. PLIEGO DE CONDICIOES ECONÓMCIAS.....</b>                                               | <b>13</b> |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.1. Condiciones generales económicas.....</b>                         | <b>13</b> |
| <b>4.2. Garantías de cumplimiento y finanzas .....</b>                    | <b>13</b> |
| <b>4.2.1. Garantías.....</b>                                              | <b>13</b> |
| <b>4.2.2. Fianzas .....</b>                                               | <b>13</b> |
| <b>4.3. Precios y revisiones .....</b>                                    | <b>14</b> |
| <b>4.3.1. Precios contradictorios .....</b>                               | <b>14</b> |
| <b>4.3.2. Reclamaciones de aumento de precio .....</b>                    | <b>14</b> |
| <b>4.3.3. Elementos comprendidos en el presupuesto .....</b>              | <b>15</b> |
| <b>4.4. Valoración y abono de trabajos .....</b>                          | <b>15</b> |
| <b>4.4.1. Valoración de la obra.....</b>                                  | <b>15</b> |
| <b>4.4.2. Medidas parciales y finales.....</b>                            | <b>16</b> |
| <b>4.4.3. Equivocaciones en el presupuesto .....</b>                      | <b>16</b> |
| <b>4.4.4. Valoración de obras incompletas.....</b>                        | <b>16</b> |
| <b>4.4.5. Carácter provisional de las liquidaciones parciales.....</b>    | <b>16</b> |
| <b>4.4.6. Pagos .....</b>                                                 | <b>16</b> |
| <b>4.4.7. Suspensión por retraso de pagos .....</b>                       | <b>17</b> |
| <b>4.4.8. Indemnización por retraso de los trabajos.....</b>              | <b>17</b> |
| <b>4.4.9. Indemnización por daños de causa mayor al contratista .....</b> | <b>17</b> |
| <b>4.5. Otros .....</b>                                                   | <b>17</b> |
| <b>4.5.1. Mejora de las obras.....</b>                                    | <b>17</b> |
| <b>4.5.2. Seguro de los trabajos .....</b>                                | <b>18</b> |

# **1. CONDICIONES GNERALES FACULTATIVAS**

## **1.1. Condiciones generales**

La ejecución material de la instalación descrita en este proyecto se hará teniendo en cuenta el documento redactado, las normas técnicas utilizadas en él y las reglas de la buena construcción e ingeniería.

El técnico deberá asegurar el correcto funcionamiento de cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen y es necesario comprobar su correcto funcionamiento, rechazando así todos los suministros que no cuenten con una garantía o documento de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

Todos los materiales necesarios deberán ser facilitados con antelación.

De forma previa a comenzar con la ejecución del proyecto, el constructor deberá presentar por escrito un documento en el que se exponga que toda la documentación aportada es suficiente para la adecuada comprensión del proyecto. En caso contrario, deberá solicitar las aclaraciones pertinentes a los técnicos respectivos.

Tanto las partes contratadas como el personal especializado en la ejecución del proyecto deberán, mediante un documento por escrito, acordar el tiempo de realización de la obra, con esto se verifica la capacidad de realizar el trabajo por parte de los operarios.

En cuanto al jefe de obra, este tendrá que estar presente durante toda jornada legal de trabajo.

En casos en los que haya desobediencia de las instrucciones, incompetencia o negligencia grave que puedan interferir en la ejecución del proyecto, el técnico podrá solicitar al contratista que aparte de la obra a los operarios causantes de dicha alteración.

## **1.2. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares**

El técnico está comprometido a realizar la instalación completa en el plazo acordado por el contratista y el promotor. De esta forma, todas las labores se realizarán dentro de los periodos acordados, haciendo que queden ejecutados todos los trabajos correspondientes y consiguiendo así una ejecución total del proyecto dentro del plazo exigido en el contrato.

El contratista determinará el orden de los trabajos a realizar, excepto en los casos en los que por circunstancias técnicas se crea conveniente alterar el orden.

En el caso en el que el contratista no pudiera comenzar con el trabajo, tuviera que suspenderlo o no fuese capaz de terminar el trabajo dentro de los plazos establecidos, por causa de fuerza mayor, se le otorgará una prórroga que le permitirá cumplir con el contrato. Todo esto debe ser informado de forma previa al jefe de obra.

Todos los trabajos se realizarán teniendo en cuenta tanto lo detallado en el proyecto o las modificaciones que se hayan hecho del mismo y que hayan sido aprobadas como las órdenes e instrucciones que las personas que hayan realizado el proyecto entreguen bajo su propia responsabilidad y por escrito.

Todos los materiales que se utilicen deben cumplir con los requisitos exigidos en "Las condiciones generales y particulares de índole técnico" del pliego de condiciones y, además, deben de desempeñar todos y cada uno de los trabajos contratados según lo especificado en el proyecto.

El técnico y el jefe de obra serán responsables de la ejecución del proyecto, y en el caso de detectar vicios o defectos en los trabajos ejecutados o en los materiales utilizados, podrán determinar que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas según lo contratado.

En cuanto a los materiales sobrantes el constructor mantendrá siempre limpias las obras y sus alrededores. Por ello, los materiales nunca ocuparán la zona de tránsito de los peatones, teniendo en cuenta las medidas de seguridad correspondientes.

### **1.3. Recepción de las instalaciones**

Una vez terminado el plazo de garantía señalado en el contrato, se procederá a la recepción definitiva de las obras a través del acta correspondiente que quedará firmada por el director de obra y representante del contratista y aprobada por el contratante y contratista.

Tras la recepción definitiva de la instalación, el contratista estará obligado a reparar a su cargo cualquier desperfecto relacionado con la conservación de los edificios.

## **2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS**

### **2.1. Objeto**

El objeto de este pliego de condiciones es establecer los requisitos generales mínimos que los materiales y equipos que se usarán en la ejecución de las obras deben cumplir.

## **2.2. Campo de aplicación**

El presente documento se aplicará en las diferentes fases de montaje correspondientes a la baja tensión de la instalación solar híbrida.

Por ello, no se podrá tomar ninguna decisión diferente a lo que está establecido en este pliego de condiciones sin haberse notificado de forma previa al técnico competente.

## **2.3. Condiciones generales**

### **2.3.1. Equipamiento**

Para todas las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la instalación solar, será necesario el uso de tecnología especializada a este campo, por lo que todas las máquinas y los útiles serán específicos, además, estarán manipuladas por personal cualificado para su uso y en algunos casos tienen que contar con una documentación que acredite la capacidad para la utilización y desempeño correcto del material.

### **2.3.2. Materiales**

Todos los materiales que se usen en la instalación deberán contar con certificados que acrediten que el material cumple con toda la reglamentación virgen y con las normas que se aplican en cada caso.

En cuanto al almacenamiento de los materiales, esto se hará según las especificaciones de cada material con el fin de evitar deterioros.

Tanto en la entrega del material como en la recepción del material sobrante de obra, se realizarán las inspecciones necesarias para garantizar que el transporte del material es el adecuado, permitiendo así, que todos los materiales se encuentren en perfecto estado y sea posible su uso inmediato.

El contratista será el responsable si el material utilizado es de mala calidad o si se realiza un montaje incorrecto quedando exentos así los suministradores o fabricantes de la materia prima.

#### **2.3.2.1. Conductores activos**

Cada uno de los materiales que se utilicen en el proyecto deberán ser de primera calidad. Además, de forma previa a su instalación, el contratista llevará muestras al directo de las obras de todos los materiales que se van a emplear. Por ello, para la instalación de cualquier elemento que no esté detallado en este proyecto, deberá ser previamente aceptado. Sin embargo, puede ocurrir que después colocarlos, el director

de obra pida sustituirlos al no cumplir con las condiciones exigidas que se muestran en el pliego de condiciones.

- Tubos protectores: todas las canalizaciones que se realicen de forma subterránea llevarán tubos aislantes flexibles no propagadores de llama, con un grado de protección 7 contra los daños mecánicos.
- Empalmes: en el caso de que se tenga que hacer uso de empalmes, se elegirán los que corresponden a las características de los cables que se van a unir y que, además, estén recomendados por el fabricante.
- Cajas terminales: se utilizarán las recomendadas por el fabricante.

Todas las características tanto mecánicas como físicas de los conductores se encuentran especificados en el proyecto y se han establecido teniendo en cuenta las normas UNE.

### **2.3.2.2. Conductores de protección**

Los conductores de protección tendrán el mismo material y aislamiento que los conductores activos.

### **2.3.2.3. Identificación de los conductores**

La identificación de los conductores se realizará según los colores de sus aislamientos de esta forma tendremos:

- Conductores de fase: negro, marrón y gris.
- Conductor neutro: azul claro
- Conductor de protección: amarillo y verde (bicolor)

En el caso que no se pueda seguir este criterio, se utilizará un marcado o etiquetado que permita hacer la distinción entre los distintos cables.

### **2.3.2.4. Aparatos de mando y maniobra**

Todos los mecanismos cortacircuitos y de interrupción de la corriente estarán compuestos por materiales aislantes, incombustibles y no propagadores de llama.

En cuanto a los interruptores de corte, estos serán de corte unipolar con una resistencia de 10.000 maniobras de apertura y cierre.

### **2.3.2.5. Aparatos de protección**

Los aparatos de protección de equipos y personas, como lo son los magnetotérmicos y diferenciales, deberán cumplir con las características establecidas por la normativa

vigente. Además, pertenecerán a marcas homologas por el Ministerio de Industria y Energía y por la compañía suministradora de energía.

Los interruptores de control de potencia serán del tipo magnetotérmico, con una curva de retardo de corte unipolar con unas características concretas que están regidas por la potencia instalada.

Por otro lado, los interruptores diferenciales serán de corte unipolar.

### **2.3.2.6. Cuadros de montaje**

Los inversores y los interruptores magnetotérmicos y diferenciales se agruparán en un cuadro secundario y se colocarán dentro de un armario cuyas dimensiones permitirán almacenar todos estos elementos e incluso una fila más para futuras ampliaciones. Además, todo su cableado correspondiente será de XLPE.

El cuadro general tendrá cerradura con llave y su cableado será de pletina de cobre y las uniones a los interruptores se hará mediante terminales.

Todos los cuadros, tanto generales como secundarios, llevarán letreros con indicaciones de los circuitos y serán de tipo serigrafiado. Y las puertas protectoras que se coloquen, deben ser transparentes permitiendo así detectar fácilmente cualquier fallo o defecto sin tener que acceder al cuadro.

Todos los elementos irán colocados en los cuadros de la forma más sencilla y accesible, sin variar ninguna característica de los componentes.

## **3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE**

### **3.1. Ámbito de aplicación**

El presente Pliego de Condiciones establece los requisitos que debe cumplir la ejecución de una instalación de energía renovable, cuyas características se especifican en este proyecto.

### **3.2. Condiciones generales**

El contratista deberá cumplir con:

- ✓ La reglamentación del trabajo correspondiente.
- ✓ La contratación del seguro obligatorio.
- ✓ Subsidio familiar y de vejez.
- ✓ Seguro de enfermedad.

- ✓ Todas las reglamentaciones vigentes y las que posteriormente se puedan dictar.

En la orden del Ministerio de Hacienda, el contratista se clasificará en el grupo, subgrupo y categoría correspondiente al proyecto y aparecerá reflejado en el Pliego de Condiciones si es necesario. Hay que añadir, que el contratista deberá ser también instalador deberá tener en posesión el documento de calificación empresarial.

### **3.3. Condiciones facultativas legales**

Todas las obras que engloba el proyecto se registrarán tanto por lo especificado en el Pliego de condiciones como por las siguientes normativas:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- 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.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.

- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre.
- Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

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

## **3.4. Especificaciones del montaje**

### **3.4.1. Objeto**

El propósito de esta especificación es establecer los detalles que deben ser considerados al llevar a cabo la instalación de la planta solar.

### **3.4.2. Prescripciones generales del montaje de BT**

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se deben tener en cuenta las siguientes directrices generales:

Las canalizaciones se trazarán siguiendo líneas verticales y horizontales, o en paralelo a las aristas de la estructura de soporte.

- Los tubos se conectarán entre sí mediante accesorios apropiados de su misma clase, garantizando la continuidad de la protección que ofrecen a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos que puedan curvarse en caliente pueden ensamblarse entre sí en caliente, aplicando un adhesivo especial cuando sea necesario lograr una unión hermética.
- Las curvas realizadas en los tubos serán continuas y no provocarán reducciones de sección no permitidas. Los radios mínimos de curvatura para cada tipo de tubo estarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante según la norma UNE-EN 50.086-2-2.
- Debe ser fácil introducir y retirar los conductores en los tubos después de que estos hayan sido colocados y asegurados con sus accesorios. Se deben proporcionar registros según sea necesario, y en tramos rectos, no deben estar separados entre sí por más de 40 metros. El número máximo de curvas en ángulo entre dos registros consecutivos no debe superar las 3. Los conductores normalmente se alojarán en los tubos después de su instalación.
- Los registros pueden cumplir una doble función, ya sea facilitar la inserción y extracción de los conductores en los tubos o servir simultáneamente como cajas de empalmes o derivaciones.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en cajas adecuadas hechas de material aislante y no inflamable. Si son de metal, deberán estar protegidas contra la corrosión. Estas cajas tendrán dimensiones que permitan un espacio adecuado para todos los conductores que contienen. La profundidad de estas cajas será al menos igual al diámetro del tubo más grande, más un 50 % adicional, con un mínimo de 40 mm. El diámetro o lado interior mínimo de estas cajas será de 60 mm. Si se requiere una entrada hermética de los tubos en las cajas de conexión, se deben utilizar prensaestopas o racores adecuados.
- En ningún caso se permitirá la conexión de conductores mediante simple torsión o enrollamiento entre sí, sino que siempre se deberá realizar utilizando

bornes de conexión individuales o formando bloques o regletas de conexión. También se permite el uso de bridas de conexión. La torsión o enrollamiento de los conductores no se aplica cuando se utiliza un dispositivo conector que garantiza una conexión adecuada, incluso si hay un ligero torsionamiento, y con la capacidad de desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o similar deben cumplir con las normativas establecidas en la correspondiente sección de la norma UNE-EN 60.998.

- Durante la instalación de los conductores, para evitar dañar el aislamiento al rozar los bordes libres de los tubos, los extremos metálicos que penetren en una caja de conexión o dispositivo deben tener boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o los bordes deben estar adecuadamente redondeados.
- En el caso de tubos metálicos sin aislamiento interior, se debe considerar la posibilidad de que se acumule condensación de agua en su interior. Por lo tanto, se debe planificar cuidadosamente la disposición de la instalación, garantizando la evacuación adecuada y estableciendo una ventilación adecuada dentro de los tubos mediante un sistema apropiado, como el uso de una "T" con uno de los brazos sin uso.
- Los tubos metálicos accesibles deben conectarse a tierra y asegurar su continuidad eléctrica. Si se utilizan tubos metálicos flexibles, la distancia entre dos puntos de conexión a tierra consecutivos no debe superar los 10 metros.
- Los tubos metálicos no pueden ser utilizados como conductores de protección ni como conductores neutros.
- La instalación de los conductores seguirá las directrices establecidas en la ITC-BT-20.
- Con el fin de prevenir los efectos del calor emitido por fuentes externas, como sistemas de distribución de agua caliente, dispositivos de iluminación, equipos de fabricación, absorción de calor del entorno, entre otros, se emplearán los siguientes métodos eficaces para proteger las canalizaciones:
  - Utilización de pantallas de protección contra el calor.
  - Mantenimiento de una distancia suficiente con respecto a las fuentes de calor.
  - Selección de canalizaciones apropiadas que sean capaces de resistir los posibles efectos perjudiciales.
  - Adaptación del material aislante utilizado en consecuencia.

### **3.4.3. Prescripciones de montaje de la estructura de soporte de los módulos**

El montaje de la estructura se realizará siguiendo el manual de uso del fabricante.

## **3.5. Especificaciones de uso y mantenimiento**

### **3.5.1. Módulos híbridos**

Los módulos requieren de un mantenimiento bastante escaso ya que tienen una configuración poco compleja y, además, todas las partes importantes están muy bien protegidas del exterior gracias a las capas protectoras.

En el mantenimiento de los módulos se llevan a cabo los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles: la periodicidad de la limpieza dependerá de la frecuencia con la que se ensucien los paneles. Esta limpieza consiste en el lavado de los módulos con agua y detergente especial y se debe realizar cuando los módulos están fríos, es decir, a primera hora de la mañana.
- Inspección visual de los módulos: con el fin de detectar degradaciones o estanqueidad en los módulos.
- Revisión de las cajas de conexión: para comprobar que tanto el cableado como las protecciones se encuentran en correcto estado.

### **3.5.2. Inversores**

El mantenimiento de un inversor no difiere mucho de las operaciones que se realizan en equipos electrónicos. Las averías en condiciones normales de funcionamiento son poco frecuentes y en el mantenimiento de este tipo de equipos se realizan las siguientes inspecciones:

- Inspección visual general del estado y funcionamiento del inversor.
- Inspección del cableado y conexiones de los componentes.
- Inspección de los indicadores ópticos.
- Limpieza del conducto de ventilación del inversor por la acumulación de polvo.

### **3.5.3. Armarios de conexión**

- Se observará la estanqueidad de los armarios y prensaestopas.
- Inspección del cableado general del armario.
- Apriete de conexiones y detección de cables con temperatura elevada.
- Comprobar el correcto estado de las señalizaciones.
- Comprobar el correcto estado de las protecciones.

### **3.5.4. Barra de puesta a tierra**

Cada 2 años y en durante las épocas más secas, se procederá a medir la resistencia de la tierra y se comprobará que no sobrepasa el valor prefijado en el proyecto.

También, se comprobará de forma visual el estado frente a la corrosión de la conexión de la barra de puesta a tierra con la arqueta y la continuidad de la línea que las une.

## **3.6. Seguridad en el trabajo**

La Ley 31/1995, del 8 de noviembre, indica las condiciones a las que está obligado el contratista a cumplir sobre la prevención de riesgos laborales asegurando así un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores.

El contratista también deberá tener todo el material y maquinarias necesarias para la instalación en óptimas condiciones de seguridad.

Cuando los obreros se encuentren trabajando en circuitos o equipos en tensión o próximos a ellos, es necesario que usen ropa sin accesorios metálicos y se evitará el uso innecesario de cualquier objeto de metal, por lo que todo lo que se utilice no debe contener materiales conductores. Además, las herramientas y equipos irán dentro de bolsas y los trabajadores utilizarán calzado aislante o como mínimo calzado sin herrajes ni clavos en suelas.

Todo el personal contratado se ve obligado a utilizar todas las medidas y elementos de protección personal, herramientas y prendas de seguridad establecidos para evitar los riesgos profesionales como lo son los guantes, gafas, casco... El no uso o uso incorrecto de los medios de protección, permiten al director de obra a suspender los trabajos si considera que el personal está expuesto a peligros que se pueden corregir o prevenir.

En cuanto al director de obra, este podrá exigir al contratista, mediante escrito, suspender a algún trabajador que, por imprudencia, hubiera podido producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros. También, el director de obra puede exigir en cualquier momento la presentación de los documentos acreditativos en los que se formalizan los regímenes de seguridad social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad...) de la forma legal que está establecida.

## **4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **4.1. Condiciones generales económicas**

Como base fundamental, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de los trabajos realizados, siempre que estos se hayan realizado según el proyecto y las condiciones generales y particulares que rijan la obra contratada.

En los casos que no se hallen detallados con exactitud en los documentos del proyecto, se seguirá con la buena construcción y el buen hacer por parte de la contrata, siempre de acuerdo con lo dispuesto por los técnicos dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En el supuesto que una modificación de la obra suponga un incremento de los precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más del 10% será consultado con la propiedad.

Todos los gastos en los que se incurren por pruebas o ensayos de materiales o elementos que intervienen en la ejecución de la obra, irán por cuenta de la contrata.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas correrán a cargo de la contrata.

En el caso de que el contratista se niegue a hacer por su cuenta los trabajos precisos para completar la obra según lo contratado, el director de obra será el encargado de derivarlas a un tercero o a una administración.

El contratista está obligado a efectuar los cambios necesarios ante una partida de precios contradictorios. Por lo que el precio se acordará entre el director de obra y el contratista.

### **4.2. Garantías de cumplimiento y finanzas**

#### **4.2.1. Garantías**

El ingeniero director puede exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades, con el fin de cerciorarse de si este reúne todas las condiciones requeridas para el cumplimiento del contrato. Si se piden todas estas referencias, el contratista las presentará previamente a la firma del contrato.

#### **4.2.2. Fianzas**

En el caso de que la obra se realice por contrato, el contratista deberá dar una fianza, a través de un pago previo, en metálico o aval bancario, por un importe entre el 3% y

10% del precio total del contrato o bien con retenciones en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

La fianza retenida se devolverá al contratista en un plazo no superior a 30 días una vez se firme el acta de recepción de la obra. Y posteriormente, una vez se firme el acta de recepción definitiva de la obra, la fianza depositada se devolverá en un plazo no superior a 8 días, siempre y cuando el contratista haya acreditado, por medio de certificado del alcalde del municipio en el que se encuentra la obra contratada, que no existen reclamaciones por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

En el caso de que el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos necesarios para completar la obra según las condiciones contratadas, el ingeniero director, en representación del propietario, ordenará a un tercero ejecutarlas utilizando su fianza como pago.

### **4.3. Precios y revisiones**

#### **4.3.1. Precios contradictorios**

En el caso de que fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente según las siguientes pautas:

- El adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que según su juicio debe aplicarse a la unidad.
- La dirección técnica estudiará el precio según el criterio que deba usarse en cada caso.
- Si el adjudicatario y la dirección técnica coinciden, la dirección técnica redactará un acta de avenencia, quedando así formalizado el precio contradictorio.
- En el caso de que no se pueda acordar el precio, el director propondrá a la administración para que resuelva la disputa.

La fijación del precio contradictorio se realizará previamente al comienzo de la nueva unidad, ya que, si ya hubiera comenzado, el adjudicatario estaría obligado a aceptar el que buenamente quiera fijar el director y a concluirla a satisfacción de este.

#### **4.3.2. Reclamaciones de aumento de precio**

Si el contratista no presenta reclamaciones u observaciones oportunas antes de la firma del contrato, no tendrá derecho, en ningún caso, a solicitar un aumento en los precios establecidos en el correspondiente cuadro presupuestario que sirve como base para la ejecución de las obras.

Además, no se aceptarán reclamaciones de ningún tipo basadas en las indicaciones proporcionadas en la Memoria con respecto a las obras, ya que este documento no constituye la base del contrato. Los errores materiales o equivocaciones aritméticas en las unidades de trabajo o en su valor se podrán corregir en cualquier momento en que sean detectados, pero no se considerarán como motivo para la rescisión del contrato, tal como se establece en los documentos relacionados con las 'Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa', a menos que el ingeniero director o el contratista los hubieran señalado dentro de un plazo de cuatro meses a partir de la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no afectarán la reducción proporcional acordada en el contrato con respecto al importe del presupuesto que sirve como base para el mismo, ya que esta reducción siempre se determinará en función de la relación entre las cifras del presupuesto antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

### **4.3.3. Elementos comprendidos en el presupuesto**

Al establecer los precios de las diversas unidades de trabajo en el presupuesto, se ha considerado el costo de los andamios, vallas, elevación y transporte de materiales, es decir, todos los elementos auxiliares de la construcción, así como cualquier tipo de compensación, impuesto, multa o pago requerido por cualquier motivo y que estén o puedan estar asociados a los materiales o las obras por parte del estado, la provincia o el municipio.

Debido a esto, no se realizará ningún pago adicional al contratista por estos conceptos.

El precio de cada unidad también incluye los materiales adicionales y las operaciones necesarias para garantizar que la obra esté completamente terminada y lista para su recepción.

## **4.4. Valoración y abono de trabajos**

### **4.4.1. Valoración de la obra**

La medición de la obra finalizada se hará según el tipo de unidad fijada en el presupuesto establecido,

La valoración se calculará aplicando a las diferentes unidades de trabajo el precio establecido en el presupuesto, además de agregar el porcentaje correspondiente al beneficio industrial y restar el porcentaje correspondiente al descuento ofrecido por el contratista en la subasta.

#### **4.4.2. Medidas parciales y finales**

Las mediciones parciales se llevarán a cabo en presencia del contratista, y de esta actividad se elaborará un acta en duplicado que será firmada por ambas partes. La medición final se realizará una vez que las obras estén completadas y con la asistencia precisa del contratista.

En el acta que se redacte tras la medición y en los documentos adjuntos, se requerirá la confirmación del contratista o su representante legal. En caso de desacuerdo, el contratista expondrá brevemente sus objeciones, con la posibilidad de ampliar sus argumentos en un momento posterior.

#### **4.4.3. Equivocaciones en el presupuesto**

Se presume que el contratista ha llevado a cabo un estudio detenido de los documentos que conforman el proyecto. Por lo tanto, al no haber presentado ninguna observación con respecto a posibles errores o equivocaciones en dichos documentos, se entiende que no hay disposición alguna que afecte a las mediciones o precios de tal manera que, si la obra se ejecuta de acuerdo con el proyecto y contiene un mayor número de unidades de las previstas, el contratista no tendrá derecho a realizar ninguna reclamación al respecto. En caso contrario, es decir, si el número de unidades es menor, se realizará un descuento del presupuesto correspondiente.

#### **4.4.4. Valoración de obras incompletas**

Cuando, debido a la rescisión u otras circunstancias, sea necesario evaluar las obras que estén incompletas, se utilizarán los precios del presupuesto. No se permitirá la valoración de las unidades de trabajo dividiéndolas de manera diferente a la que se establece en los cuadros de desglose de precios.

#### **4.4.5. Carácter provisional de las liquidaciones parciales**

Las liquidaciones parciales se consideran documentos provisionales, sujetos a las certificaciones y ajustes que surjan durante la liquidación final. Estas liquidaciones parciales no implican la aprobación ni la recepción de las obras involucradas. La propiedad se reserva el derecho en todo momento, especialmente al llevar a cabo las liquidaciones parciales, de verificar que el contratista ha cumplido con los compromisos relacionados con el pago de salarios y materiales utilizados en la obra. Para ello, el contratista debe presentar los comprobantes que se requieran.

#### **4.4.6. Pagos**

Los pagos se realizarán por parte del propietario en los plazos que se han establecido y su importe será igual al de las certificaciones de obra expedidas por el ingeniero director.

#### **4.4.7. Suspensión por retraso de pagos**

En ningún caso el contratista podrá suspender los trabajos ni llevar a cabo su ejecución a un ritmo menor del que le corresponde, argumentando retrasos en los pagos, de acuerdo con el plazo establecido para su finalización.

#### **4.4.8. Indemnización por retraso de los trabajos**

El monto de la indemnización que el contratista debe pagar debido a retrasos no justificados en el plazo de finalización de las obras contratadas será el que se haya acordado, si así se estipuló, en el contrato. Además de este monto, se podrán sumar los daños materiales resultantes de la imposibilidad de ocupación en la fecha programada.

#### **4.4.9. Indemnización por daños de causa mayor al contratista**

El contratista no tendrá derecho a recibir indemnización por pérdidas, daños o perjuicios causados en las obras, a menos que se trate de casos de fuerza mayor. Para los propósitos de este artículo, se considerarán como casos de fuerza mayor únicamente los siguientes:

- Incendios causados por descargas eléctricas atmosféricas.
- Daños ocasionados por terremotos y maremotos.
- Daños provocados por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos que excedan las expectativas normales en el país, siempre y cuando exista evidencia clara de que el contratista tomó medidas razonables, dentro de sus posibilidades, para prevenir o mitigar los daños.
- Daños derivados de movimientos del terreno en los que se construyeron las obras.
- Destrozos causados violentamente, ya sea por actos armados en tiempos de guerra, disturbios populares sediciosos o saqueos tumultuosos.

La indemnización se limitará exclusivamente al pago de las unidades de trabajo ya completadas o de los materiales almacenados en el lugar de la obra; en ningún caso incluirá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones que sean propiedad de la empresa contratista.

### **4.5. Otros**

#### **4.5.1. Mejora de las obras**

No se permitirán mejoras en la obra, excepto en los casos en que el ingeniero director haya emitido una orden por escrito para la realización de trabajos adicionales o que

mejoren la calidad de los trabajos originalmente acordados, así como la de los materiales y equipos especificados en el contrato. Además, no se aceptarán aumentos en las unidades de trabajo contratadas, a menos que haya habido un error en las mediciones del proyecto, en cuyo caso el ingeniero director también deberá ordenar por escrito la expansión de las unidades contratadas.

#### **4.5.2. Seguro de los trabajos**

El contratista tiene la obligación de asegurar la obra contratada durante todo el período de su ejecución, hasta su recepción definitiva. El valor asegurado en todo momento deberá coincidir con el valor del contrato de los elementos asegurados. En caso de un siniestro, el monto pagado por la compañía de seguros se depositará a nombre del propietario, y se utilizará para pagar la obra en construcción a medida que este avance. El reembolso de esta suma al contratista se realizará a través de certificaciones, de la misma manera que se efectúa con el resto de los trabajos de construcción.

En ningún caso, a menos que el contratista lo acuerde expresamente en un documento público, el propietario podrá disponer de este monto para fines no relacionados con la construcción de la parte afectada por el siniestro. La infracción de esta disposición dará derecho al contratista a rescindir el contrato, con la devolución de la fianza, el reembolso total de los gastos, los materiales almacenados, etc., y una indemnización equivalente a la cantidad de los daños sufridos por el contratista debido al siniestro y que no haya recibido, pero solo en proporción a la indemnización pagada por la compañía de seguros, en relación con el monto de los daños causados por el siniestro, que serán valorados para este fin por el ingeniero director.

En obras de reforma o reparación, se determinará previamente la proporción del edificio que debe ser asegurada y su valor. En caso de que no se establezca lo contrario, se entenderá que el seguro debe cubrir toda la parte del edificio afectada por la obra.

El contratista informará al propietario sobre los riesgos asegurados y las condiciones establecidas en la póliza de seguros antes de contratarla, con el fin de obtener la conformidad o las observaciones previas del propietario.

## **DOCUMENTO N°4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO**







## ÍNDICE

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. MEDICIONES.....</b>                       | <b>1</b>  |
| <b>2. CUADRO DE MANO DE OBRA.....</b>           | <b>7</b>  |
| <b>3. CUADRO DE MATERIALES .....</b>            | <b>8</b>  |
| <b>4. CUADRO DE MAQUINARIA .....</b>            | <b>9</b>  |
| <b>5. CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES.....</b>     | <b>10</b> |
| <b>6. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS .....</b> | <b>11</b> |
| <b>7. CUADRO DE PRECIOS N°1 .....</b>           | <b>21</b> |
| <b>8. CUADRO DE PRECIOS N°2 .....</b>           | <b>25</b> |
| <b>9. PRESUPUESTO Y MEDICIONES.....</b>         | <b>29</b> |
| <b>10. PRESUPUESTO GENERAL .....</b>            | <b>36</b> |



# 1. MEDICIONES

## 1 Instalación eléctrica

| Nº  | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Medición                 |
|-----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1.1 | Ud | Instalación eléctrica del sistema generador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Total ud : 3,000</b>  |
| 1.2 | M. | Suministro y colocación de canaleta tapa interior de PVC color blanco con un separador, canal de dimensiones 40x100 mm. y 3 m. de longitud, para la adaptación de mecanismos y compartimentación flexible, con p.p. de accesorios y montada directamente sobre paramentos verticales. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(5), de material aislante y de reacción al fuego M1. |                          |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Total m. : 15,000</b> |
| 1.3 | M  | Cable específico para instalaciones fotovoltaicas del tipo ZZ-F (AS) de 0'6/1 kV CC. No propagador de llama.<br>Libre de halógenos.<br>Resistencia a la intemperie.                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Total m : 124,000</b> |
| 1.4 | M  | Cable unipolar RZ1-K de 0'6/1 kV con conductores de cobre de 4 mm <sup>2</sup> .<br>Aislamiento de polietileno reticulado.<br>Cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos. Según UNE 21123-4                                                                                                                                                            |                          |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Total m : 10,000</b>  |
| 1.5 | Ud | Contador inteligente HUAWEI DTSU666H-3PH permite la medición del consumo de la red eléctrica. Tamaño pequeño.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Total ud : 1,000</b>  |
| 1.6 | Ud | Cuadro de protección para la corriente alterna procedente del inversor trifásico.<br>Incluye: interruptor diferencial, magnetotérmico y sobretensiones.                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Total ud : 2,000</b>  |
| 1.7 | Ud | Cuadro de protección de la corriente continua.<br>Formado por 8 fusibles de 12 A , 4 sobretensiones PSM3-40/1000 PV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Total ud : 2,000</b>  |

**2 Instalación fotovoltaica**

| <b>N°</b> | <b>Ud</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Medición</b>          |
|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 2.1       | Ud        | Panel híbrido aH72 con producción simultánea de energía térmica y eléctrica con tecnología aHTech. Dimensiones exteriores 1965x995x83 mm, con una superficie total de 1.96 m <sup>2</sup> y peso de 49.8 kg. Rendimiento óptico 0.59, coeficiente de pérdidas primario 3.3 W/m <sup>2</sup> *K, coeficiente secundario 0.018 W/m <sup>2</sup> *K. La capa fotovoltaica está formado por 72 células monocristalinas con los siguientes valores eléctricos: potencia nominal = 350 W, eficiencia 16.71% (en condiciones estándar STC). |                          |
|           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total ud : 96,000</b> |
| 2.2       | Ud        | Kit de conexión rápida/roscada para 6 paneles aH72, formado por 10 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |
|           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total ud : 1,000</b>  |
| 2.3       | Ud        | Kit de conexión rápida/roscada para 10 paneles aH72, formado por 18 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |
|           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total ud : 9,000</b>  |
| 2.4       | Ud        | Soporte coplanar continuo con salvatejas para cubierta de teja mixta para 6 paneles. Tornillería incluida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |
|           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total ud : 16,000</b> |
| 2.5       | Ud        | Válvula de equilibrado STAD-15/14 s/v de IMI TA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
|           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total ud : 10,000</b> |
| 2.6       | Ud        | Válvula de equilibrado STAD-40 s/v de IMI TA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |
|           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total ud : 2,000</b>  |
| 2.7       | Ud        | Instalación eléctrica del sistema generador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |
|           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total ud : 3,000</b>  |

### 3 Instalación hidráulica

| Nº  | Ud | Descripción                                                                                                    | Medición                |
|-----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 3.1 | Ud | Depósito acumulador de acero vitrificado Master Vitro MVV-5000-RB                                              |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 2,000</b> |
| 3.2 | Ud | Bomba TPD 40-190 PN6/10                                                                                        |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 2,000</b> |
| 3.3 | Ud | Intercambiador de placas Sedical, modelo UFP-34/26 H-C PN10                                                    |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 1,000</b> |
| 3.4 | Ud | Vaso de expansión de capacidad 80 L, 450 mm de diámetro y 600 mm de altura                                     |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 1,000</b> |
| 3.5 | Ud | Regulador solar Resol Deltasol BX Plus                                                                         |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 1,000</b> |
| 3.6 | Ud | Válvula de 3 vías DN 50                                                                                        |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 1,000</b> |
| 3.7 | Ud | RESOL Caudalímetro V40-100                                                                                     |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 1,000</b> |
| 3.8 | Ud | Equipo de disipación térmica de energía solar. Modelo 1001 - P. Disipador 105kW, 16W, 1265x1070x575mm; 128 kg. |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 1,000</b> |
| 3.9 | Ud | Instalación del sistema hidráulico                                                                             |                         |
|     |    |                                                                                                                | <b>Total ud : 3,000</b> |

#### 4 Centro de inversión

| N°                | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Medición     |
|-------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 4.1               | Ud | Inversor HUAWEI SUN2000-17KTL-M2, potencia máxima de entrada de 25'5 kW, voltaje de entrada máxima de 1080V, eficiencia máxima de 98'65%. Indicador del estado de funcionamiento con led.<br><br>Incluye: montaje, fijación, nivelación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento |              |
| <b>Total ud :</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>2,000</b> |

## 5 Estudio de Seguridad y Salud

| Nº   | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Medición                 |
|------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 5.1  | Ud | Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Total ud : 1,000</b>  |
| 5.2  | Ud | Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Total ud : 1,000</b>  |
| 5.3  | Ud | Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Total ud : 2,000</b>  |
| 5.4  | Ud | Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.5  | Ud | Cubrecabezas para penetración en fuego, de fibra Nomex aluminizado (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.6  | Ud | Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total ud : 6,000</b>  |
| 5.7  | Ud | Gafas protectoras con ventanilla móvil y cristal incoloro o coloreado, homologadas, amortizables en 3 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.8  | Ud | Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.9  | Ud | Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.10 | Ud | Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal lateral, fabricado con cintura ligera con cierre rectangular y riñonera de polietileno de forma ergonómica con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, permitiendo seleccionar un deslizamiento manual o automático, bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=16 mm. y 20 m. de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm., y eslinga de sujeción doble, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97. | <b>Total ud : 6,000</b>  |
| 5.11 | Ud | Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.12 | Ud | Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.13 | Ud | Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Total ud : 1,000</b>  |
| 5.14 | Ud | Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.15 | Ud | Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Total ud : 2,000</b>  |
| 5.16 | Ud | Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Total ud : 12,000</b> |
| 5.17 | Ud | Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Total ud : 12,000</b> |

**5 Estudio de Seguridad y Salud**

| <b>Nº</b>   | <b>Ud</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Medición</b> |
|-------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>5.18</b> | <b>Ud</b> | Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
|             |           | <b>Total ud :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>2,000</b>    |
| <b>5.19</b> | <b>M.</b> | Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. |                 |
|             |           | <b>Total m. :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>3,000</b>    |

## 2. CUADRO DE MANO DE OBRA

| Cuadro de mano de obra |                                 |                |                  |               |
|------------------------|---------------------------------|----------------|------------------|---------------|
| Nº                     | Designación                     | Importe        |                  |               |
|                        |                                 | Precio (Euros) | Cantidad (Horas) | Total (Euros) |
| 1                      | Oficial primera                 | 10,710         | 0,450 h.         | 4,83          |
| 2                      | Ayudante                        | 10,400         | 0,300 h.         | 3,12          |
| 3                      | Peón ordinario                  | 10,240         | 0,700 h.         | 7,18          |
| 4                      | Oficial 1ª Fontanero/Calefactor | 11,440         | 45,000 h.        | 514,80        |
| 5                      | Ayudante-Fontanero/Calefactor   | 10,550         | 45,000 h.        | 474,75        |
| 6                      | Oficial 1ª Electricista         | 11,440         | 49,950 h.        | 571,47        |
| 7                      | Ayudante-Electricista           | 10,560         | 48,975 h.        | 517,23        |
|                        |                                 |                | Importe total:   | 2.093,38      |
|                        | Soria, 20 de Septiembre, 2023   |                |                  |               |
|                        | Carolina Bastidas Cuenca        |                |                  |               |

### 3. CUADRO DE MATERIALES

| Cuadro de materiales |                                  |                |                   |               |
|----------------------|----------------------------------|----------------|-------------------|---------------|
| Nº                   | Designación                      | Importe        |                   |               |
|                      |                                  | Precio (Euros) | Cantidad Empleada | Total (Euros) |
| 1                    | Canaleta PVC. tapa int. 40x100mm | 18,070         | 15,000 m.         | 271,05        |
| 2                    | Separador h=40 mm.               | 2,460          | 15,000 m.         | 36,90         |
| 3                    | P.p.acces.canal.t.int.40x100mm   | 4,510          | 15,000 m.         | 67,65         |
| 4                    | Guardacuerpos metálico           | 9,060          | 0,195 ud          | 1,77          |
| 5                    | Tabla madera pino 15x5 cm.       | 272,800        | 0,009 m3          | 2,46          |
| 6                    | Pasamanos tubo D=50 mm.          | 4,170          | 0,720 m.          | 3,00          |
| 7                    | Extintor polvo ABC 6 kg.         | 46,230         | 1,000 ud          | 46,23         |
| 8                    | Casco seguridad homologado       | 2,000          | 12,000 ud         | 24,00         |
| 9                    | Cubrecabezas penetrac.a fuego    | 89,570         | 2,400 ud          | 214,92        |
| 10                   | Casco pantalla soldador          | 10,000         | 1,200 ud          | 12,00         |
| 11                   | Gafas prot. c/ventanil. móvil    | 2,200          | 3,996 ud          | 8,76          |
| 12                   | Semi-mascarilla 1 filtro         | 6,800          | 3,996 ud          | 27,12         |
| 13                   | Cascos protectores auditivos     | 6,000          | 3,996 ud          | 24,00         |
| 14                   | Mono de trabajo poliéster-algod. | 11,000         | 12,000 ud         | 132,00        |
| 15                   | Traje impermeable 2 p. P.V.C.    | 6,000          | 12,000 ud         | 72,00         |
| 16                   | Mandil cuero para soldador       | 12,930         | 0,333 ud          | 4,31          |
| 17                   | Equipo arnés a. dorsal/tors/lat. | 350,650        | 1,200 ud          | 420,78        |
| 18                   | Par guantes vacuno               | 3,000          | 12,000 ud         | 36,00         |
| 19                   | Par guantes p/soldador           | 5,800          | 0,666 ud          | 3,86          |
| 20                   | Par botas altas de agua (negras) | 6,000          | 12,000 ud         | 72,00         |
| 21                   | Par botas c/puntera/plant. metál | 18,000         | 3,996 ud          | 71,88         |
| 22                   | Par polainas para soldador       | 6,490          | 0,666 ud          | 4,32          |
| 23                   | Señal triang. L=70 cm.reflex. EG | 58,240         | 0,400 ud          | 23,30         |
| 24                   | Tripode tubular para señal       | 27,110         | 0,400 ud          | 10,84         |
| 25                   | Placa informativa PVC 50x30      | 5,200          | 0,333 ud          | 1,73          |
|                      |                                  |                | Importe total:    | 1.592,88      |
|                      | Soria, 20 de Septiembre, 2023    |                |                   |               |
|                      | Carolina Bastidas Cuenca         |                |                   |               |

## 4. CUADRO DE MAQUINARIA

|                      |
|----------------------|
| Cuadro de maquinaria |
|----------------------|

Importe total: 0,00

Soria, 20 de Septiembre, 2023

Carolina Bastidas Cuenca

## 5. CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES

|                              |
|------------------------------|
| Cuadro de precios auxiliares |
|------------------------------|

Soria, 20 de Septiembre, 2023

Carolina Bastidas Cuenca

## 6. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Cuadro de Precios Descompuestos |          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |               |
|---------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|
| Nº                              | Código   | Ud       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         | Total         |
| <b>1 Instalación eléctrica</b>  |          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |               |
| 1.1                             | Inst     | ud       | <b>Instalación eléctrica del sistema generador</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |               |
|                                 | O01OB200 | 8,000 h. | Oficial 1ª Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 11,440  | 91,52         |
|                                 | O01OB220 | 8,000 h. | Ayudante-Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10,560  | 84,48         |
|                                 |          | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 176,000 | 5,28          |
|                                 |          |          | <b>Precio total por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         | <b>181,28</b> |
|                                 |          |          | <b>Son ciento ochenta y un Euros con veintiocho céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |               |
| 1.2                             | E15VV010 | m.       | <b>Suministro y colocación de canaleta tapa interior de PVC color blanco con un separador, canal de dimensiones 40x100 mm. y 3 m. de longitud, para la adaptación de mecanismos y compartimentación flexible, con p.p. de accesorios y montada directamente sobre paramentos verticales. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(5), de material aislante y de reacción al fuego M1.</b> |         |               |
|                                 | O01OB200 | 0,130 h. | Oficial 1ª Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 11,440  | 1,49          |
|                                 | O01OB220 | 0,065 h. | Ayudante-Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10,560  | 0,69          |
|                                 | P15GF050 | 1,000 m. | Canaleta PVC. tapa int. 40x100mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 18,070  | 18,07         |
|                                 | P15GT090 | 1,000 m. | P.p.acces.canal.int.40x100mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4,510   | 4,51          |
|                                 | P15GT010 | 1,000 m. | Separador h=40 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,460   | 2,46          |
|                                 |          | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 27,220  | 0,82          |
|                                 |          |          | <b>Precio total por m. ....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         | <b>28,04</b>  |
|                                 |          |          | <b>Son veintiocho Euros con cuatro céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |               |
| 1.3                             | CC       | m        | <b>Cable específico para instalaciones fotovoltaicas del tipo ZZ-F (AS) de 0'6/1 kV CC. No propagador de llama. Libre de halógenos. Resistencia a la intemperie.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |               |
|                                 |          |          | Sin descomposición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         | 3,136         |
|                                 |          | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3,136   | 0,09          |
|                                 |          |          | <b>Precio total redondeado por m .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         | <b>3,23</b>   |
|                                 |          |          | <b>Son tres Euros con veintitres céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |               |
| 1.4                             | CA       | m        | <b>Cable unipolar RZ1-K de 0'6/1 kV con conductores de cobre de 4 mm2. Aislamiento de polietileno reticulado. Cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos. Según UNE 21123-4</b>                                                                                                                                                                               |         |               |
|                                 |          |          | Sin descomposición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         | 31,680        |
|                                 |          | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 31,680  | 0,95          |
|                                 |          |          | <b>Precio total redondeado por m .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         | <b>32,63</b>  |
|                                 |          |          | <b>Son treinta y dos Euros con sesenta y tres céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |               |
| 1.5                             | Cont     | ud       | <b>Contador inteligente HUAWEI DTSU666H-3PH permite la medición del consumo de la red eléctrica. Tamaño pequeño.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |               |
|                                 |          |          | Sin descomposición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         | 190,000       |
|                                 |          | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 190,000 | 5,70          |
|                                 |          |          | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         | <b>195,70</b> |
|                                 |          |          | <b>Son ciento noventa y cinco Euros con setenta céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |               |
| 1.6                             | CPCA     | ud       | <b>Cuadro de protección para la corriente alterna procedente del inversor trifásico. Incluye: interruptor diferencial, magnetotérmico y sobretensiones.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |               |
|                                 |          |          | Sin descomposición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         | 339,990       |
|                                 |          | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 339,990 | 10,20         |
|                                 |          |          | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         | <b>350,19</b> |
|                                 |          |          | <b>Son trescientos cincuenta Euros con diecinueve céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |               |

---

**Cuadro de Precios Descompuestos**


---

| Nº  | Código | Ud      | Descripción                                                                                                                  | Total         |
|-----|--------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1.7 | CPCC   | ud      | <b>Cuadro de protección de la corriente continua.<br/>Formado por 8 fusibles de 12 A , 4 sobretensiones PSM3-40/1000 PV.</b> |               |
|     |        |         | Sin descomposición                                                                                                           | 512,311       |
|     |        | 3,000 % | Costes indirectos                                                                                                            | 15,37         |
|     |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                  | <b>527,68</b> |
|     |        |         | <b>Son quinientos veintisiete Euros con sesenta y ocho céntimos</b>                                                          |               |

## Cuadro de Precios Descompuestos

| Nº                                                                        | Código | Ud      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Total            |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>2 Instalación fotovoltaica</b>                                         |        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 2.1                                                                       | Mod    | ud      | <b>Panel híbrido aH72 con producción simultánea de energía térmica y eléctrica con tecnología aHTech. Dimensiones exteriores 1965x995x83 mm, con una superficie total de 1.96 m2 y peso de 49.8 kg. Rendimiento óptico 0.59, coeficiente de pérdidas primario 3.3 W/m2*K, coeficiente secundario 0.018 W/m2*K. La capa fotovoltaica está formado por 72 células monocristalinas con los siguientes valores eléctricos: potencia nominal = 350 W, eficiencia 16'71% (en condiciones estándar STC).</b> |                  |
|                                                                           |        | 3,000 % | Sin descomposición<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 486,505<br>14,60 |
|                                                                           |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>501,10</b>    |
| <b>Son quinientos un Euros con diez céntimos</b>                          |        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 2.2                                                                       | Kit    | ud      | <b>Kit de conexión rápida/roscada para 6 paneles aH72, formado por 10 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón</b>                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |
|                                                                           |        | 3,000 % | Sin descomposición<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 204,718<br>6,14  |
|                                                                           |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>210,86</b>    |
| <b>Son doscientos diez Euros con ochenta y seis céntimos</b>              |        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 2.3                                                                       | Kit2   | ud      | <b>Kit de conexión rápida/roscada para 10 paneles aH72, formado por 18 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |
|                                                                           |        | 3,000 % | Sin descomposición<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 364,942<br>10,95 |
|                                                                           |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>375,89</b>    |
| <b>Son trescientos setenta y cinco Euros con ochenta y nueve céntimos</b> |        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 2.4                                                                       | sop    | ud      | <b>Soporte coplanar continuo con salvatejas para cubierta de teja mixta para 6 paneles. Tornillería incluida.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|                                                                           |        | 3,000 % | Sin descomposición<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 243,447<br>7,30  |
|                                                                           |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>250,75</b>    |
| <b>Son doscientos cincuenta Euros con setenta y cinco céntimos</b>        |        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 2.5                                                                       | Valvu  | ud      | <b>Válvula de equilibrado STAD-15/14 s/v de IMI TA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
|                                                                           |        | 3,000 % | Sin descomposición<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 95,728<br>2,87   |
|                                                                           |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>98,60</b>     |
| <b>Son noventa y ocho Euros con sesenta céntimos</b>                      |        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 2.6                                                                       | Valv2  | ud      | <b>Válvula de equilibrado STAD-40 s/v de IMI TA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |
|                                                                           |        | 3,000 % | Sin descomposición<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 136,194<br>4,09  |
|                                                                           |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>140,28</b>    |
| <b>Son ciento cuarenta Euros con veintiocho céntimos</b>                  |        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |

---

**Cuadro de Precios Descompuestos**


---

| Nº       | Código   | Ud        | Descripción                                                  |         | Total         |
|----------|----------|-----------|--------------------------------------------------------------|---------|---------------|
| 2.7 Inst |          | <b>ud</b> | <b>Instalación eléctrica del sistema generador</b>           |         |               |
|          | O01OB200 | 8,000 h.  | Oficial 1º Electricista                                      | 11,440  | 91,52         |
|          | O01OB220 | 8,000 h.  | Ayudante-Electricista                                        | 10,560  | 84,48         |
|          |          | 3,000 %   | Costes indirectos                                            | 176,000 | 5,28          |
|          |          |           | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                  |         | <b>181,28</b> |
|          |          |           | <b>Son ciento ochenta y un Euros con veintiocho céntimos</b> |         |               |

## Cuadro de Precios Descompuestos

| Nº                              | Código | Ud      | Descripción                                                                                                           | Total           |
|---------------------------------|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>3 Instalación hidráulica</b> |        |         |                                                                                                                       |                 |
| 3.1                             | Dep    | ud      | <b>Depósito acumulador de acero vitrificado Master Vitro MVV-5000-RB</b>                                              |                 |
|                                 |        | 3,000 % | Sin descomposición                                                                                                    | 5.166,379       |
|                                 |        |         | Costes indirectos                                                                                                     | 154,99          |
|                                 |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                           | <b>5.321,37</b> |
|                                 |        |         | <b>Son cinco mil trescientos veintiun Euros con treinta y siete céntimos</b>                                          |                 |
| 3.2                             | bomb   | ud      | <b>Bomba TPD 40-190 PN6/10</b>                                                                                        |                 |
|                                 |        | 3,000 % | Sin descomposición                                                                                                    | 2.612,524       |
|                                 |        |         | Costes indirectos                                                                                                     | 78,38           |
|                                 |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                           | <b>2.690,90</b> |
|                                 |        |         | <b>Son dos mil seiscientos noventa Euros con noventa céntimos</b>                                                     |                 |
| 3.3                             | Int    | ud      | <b>Intercambiador de placas Sedical, modelo UFP-34/26 H-C PN10</b>                                                    |                 |
|                                 |        | 3,000 % | Sin descomposición                                                                                                    | 1.272,410       |
|                                 |        |         | Costes indirectos                                                                                                     | 38,17           |
|                                 |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                           | <b>1.310,58</b> |
|                                 |        |         | <b>Son mil trescientos diez Euros con cincuenta y ocho céntimos</b>                                                   |                 |
| 3.4                             | Vas    | ud      | <b>Vaso de expansión de capacidad 80 L, 450 mm de diámetro y 600 mm de altura</b>                                     |                 |
|                                 |        | 3,000 % | Sin descomposición                                                                                                    | 226,840         |
|                                 |        |         | Costes indirectos                                                                                                     | 6,81            |
|                                 |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                           | <b>233,65</b>   |
|                                 |        |         | <b>Son doscientos treinta y tres Euros con sesenta y cinco céntimos</b>                                               |                 |
| 3.5                             | Reg    | ud      | <b>Regulador solar Resol Deltasol BX Plus</b>                                                                         |                 |
|                                 |        | 3,000 % | Sin descomposición                                                                                                    | 463,730         |
|                                 |        |         | Costes indirectos                                                                                                     | 13,91           |
|                                 |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                           | <b>477,64</b>   |
|                                 |        |         | <b>Son cuatrocientos setenta y siete Euros con sesenta y cuatro céntimos</b>                                          |                 |
| 3.6                             | Valv   | ud      | <b>Válvula de 3 vías DN 50</b>                                                                                        |                 |
|                                 |        | 3,000 % | Sin descomposición                                                                                                    | 412,660         |
|                                 |        |         | Costes indirectos                                                                                                     | 12,38           |
|                                 |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                           | <b>425,04</b>   |
|                                 |        |         | <b>Son cuatrocientos veinticinco Euros con cuatro céntimos</b>                                                        |                 |
| 3.7                             | Caud   | ud      | <b>RESOL Caudalímetro V40-100</b>                                                                                     |                 |
|                                 |        | 3,000 % | Sin descomposición                                                                                                    | 522,660         |
|                                 |        |         | Costes indirectos                                                                                                     | 15,68           |
|                                 |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                           | <b>538,34</b>   |
|                                 |        |         | <b>Son quinientos treinta y ocho Euros con treinta y cuatro céntimos</b>                                              |                 |
| 3.8                             | Dis    | ud      | <b>Equipo de disipación térmica de energía solar. Modelo 1001 - P. Disipador 105kW, 16W, 1265x1070x575mm; 128 kg.</b> |                 |
|                                 |        | 3,000 % | Sin descomposición                                                                                                    | 1.055,777       |
|                                 |        |         | Costes indirectos                                                                                                     | 31,67           |
|                                 |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                           | <b>1.087,45</b> |
|                                 |        |         | <b>Son mil ochenta y siete Euros con cuarenta y cinco céntimos</b>                                                    |                 |

---

**Cuadro de Precios Descompuestos**


---

| Nº  | Código   | Ud        | Descripción                                                               |         | Total         |
|-----|----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|
| 3.9 | Insth    | <b>ud</b> | <b>Instalación del sistema hidráulico</b>                                 |         |               |
|     | O01OB170 | 15,000 h. | Oficial 1º Fontanero/Calefactor                                           | 11,440  | 171,60        |
|     | O01OB195 | 15,000 h. | Ayudante-Fontanero/Calefactor                                             | 10,550  | 158,25        |
|     |          | 3,000 %   | Costes indirectos                                                         | 329,850 | 9,90          |
|     |          |           | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                               |         | <b>339,75</b> |
|     |          |           | <b>Son trescientos treinta y nueve Euros con setenta y cinco céntimos</b> |         |               |

## Cuadro de Precios Descompuestos

| Nº                                                                                               | Código | Ud      | Descripción                                                                                                                                                                               | Total           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>4 Centro de inversión</b>                                                                     |        |         |                                                                                                                                                                                           |                 |
| 4.1                                                                                              | inv    | ud      | Inversor HUAWEI SUN2000-17KTL-M2, potencia máxima de entrada de 25'5 kW, voltaje de entrada máxima de 1080V, eficiencia máxima de 98'65%. Indicador del estado de funcionamiento con led. |                 |
| Incluye: montaje, fijación, nivelación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento |        |         |                                                                                                                                                                                           |                 |
|                                                                                                  |        |         | Sin descomposición                                                                                                                                                                        | 1.951,757       |
|                                                                                                  |        | 3,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                         | 58,55           |
|                                                                                                  |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                               | <b>2.010,31</b> |
| <b>Son dos mil diez Euros con treinta y un céntimos</b>                                          |        |         |                                                                                                                                                                                           |                 |

## Cuadro de Precios Descompuestos

| Nº                                    | Código    | Ud       | Descripción                                                                                                                                                                                                          | Total  |              |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|
| <b>5 Estudio de Seguridad y Salud</b> |           |          |                                                                                                                                                                                                                      |        |              |
| 5.1                                   | E38ES080  | ud       | <b>Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.</b>                                                |        |              |
|                                       | O01OA070  | 0,150 h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                       | 10,240 | 1,54         |
|                                       | P31SV120  | 0,333 ud | Placa informativa PVC 50x30                                                                                                                                                                                          | 5,200  | 1,73         |
|                                       |           | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                    | 3,270  | 0,10         |
|                                       |           |          | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                          |        | <b>3,37</b>  |
|                                       |           |          | <b>Son tres Euros con treinta y siete céntimos</b>                                                                                                                                                                   |        |              |
| 5.2                                   | E38PCF010 | ud       | <b>Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.</b> |        |              |
|                                       | O01OA070  | 0,100 h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                       | 10,240 | 1,02         |
|                                       | P31CI010  | 1,000 ud | Extintor polvo ABC 6 kg.                                                                                                                                                                                             | 46,230 | 46,23        |
|                                       |           | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                    | 47,250 | 1,42         |
|                                       |           |          | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                          |        | <b>48,67</b> |
|                                       |           |          | <b>Son cuarenta y ocho Euros con sesenta y siete céntimos</b>                                                                                                                                                        |        |              |
| 5.3                                   | E38ES010  | ud       | <b>Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.</b>                                                            |        |              |
|                                       | O01OA050  | 0,150 h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                             | 10,400 | 1,56         |
|                                       | P31SV010  | 0,200 ud | Señal triang. L=70 cm.reflex. EG                                                                                                                                                                                     | 58,240 | 11,65        |
|                                       | P31SV060  | 0,200 ud | Trípode tubular para señal                                                                                                                                                                                           | 27,110 | 5,42         |
|                                       |           | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                    | 18,630 | 0,56         |
|                                       |           |          | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                          |        | <b>19,19</b> |
|                                       |           |          | <b>Son diecinueve Euros con diecinueve céntimos</b>                                                                                                                                                                  |        |              |
| 5.4                                   | E38PIA010 | ud       | <b>Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                       |        |              |
|                                       | P31IA010  | 1,000 ud | Casco seguridad homologado                                                                                                                                                                                           | 2,000  | 2,00         |
|                                       |           | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                    | 2,000  | 0,06         |
|                                       |           |          | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                          |        | <b>2,06</b>  |
|                                       |           |          | <b>Son dos Euros con seis céntimos</b>                                                                                                                                                                               |        |              |
| 5.5                                   | E38PIA020 | ud       | <b>Cubrecabezas para penetración en fuego, de fibra Nomex aluminizado (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                   |        |              |
|                                       | P31IA020  | 0,200 ud | Cubrecabezas penetrac.a fuego                                                                                                                                                                                        | 89,570 | 17,91        |
|                                       |           | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                    | 17,910 | 0,54         |
|                                       |           |          | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                          |        | <b>18,45</b> |
|                                       |           |          | <b>Son dieciocho Euros con cuarenta y cinco céntimos</b>                                                                                                                                                             |        |              |
| 5.6                                   | E38PIA050 | ud       | <b>Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                         |        |              |
|                                       | P31IA105  | 0,200 ud | Casco pantalla soldador                                                                                                                                                                                              | 10,000 | 2,00         |
|                                       |           | 3,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                    | 2,000  | 0,06         |
|                                       |           |          | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                          |        | <b>2,06</b>  |
|                                       |           |          | <b>Son dos Euros con seis céntimos</b>                                                                                                                                                                               |        |              |

## Cuadro de Precios Descompuestos

| Nº   | Código    | Ud                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Total             |
|------|-----------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 5.7  | E38PIA080 | ud                  | <b>Gafas protectoras con ventanilla móvil y cristal incoloro o coloreado, homologadas, amortizables en 3 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |
|      | P311A130  | 0,333 ud<br>3,000 % | Gafas prot. c/ventanil. móvil<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2,200<br>0,730    |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>0,75</b>       |
|      |           |                     | <b>Son setenta y cinco céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |
| 5.8  | E38PIA100 | ud                  | <b>Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |
|      | P311A150  | 0,333 ud<br>3,000 % | Semi-mascarilla 1 filtro<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6,800<br>2,260    |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>2,33</b>       |
|      |           |                     | <b>Son dos Euros con treinta y tres céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |
| 5.9  | E38PIA120 | ud                  | <b>Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |
|      | P311A200  | 0,333 ud<br>3,000 % | Cascos protectores auditivos<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6,000<br>2,000    |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>2,06</b>       |
|      |           |                     | <b>Son dos Euros con seis céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |
| 5.10 | E38PIC200 | ud                  | <b>Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal lateral, fabricado con cintura ligera con cierre rectangular y riñonera de polietileno de forma ergonómica con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, permitiendo seleccionar un deslizamiento manual o automático, bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=16 mm. y 20 m. de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm., y eslinga de sujeción doble, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97.</b> |                   |
|      | P311C200  | 0,200 ud<br>3,000 % | Equipo arnés a. dorsal/tors/lat.<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 350,650<br>70,130 |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>72,23</b>      |
|      |           |                     | <b>Son setenta y dos Euros con veintitres céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |
| 5.11 | E38PIC090 | ud                  | <b>Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |
|      | P311C090  | 1,000 ud<br>3,000 % | Mono de trabajo poliéster-algod.<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 11,000<br>11,000  |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>0,33</b>       |
|      |           |                     | <b>Son once Euros con treinta y tres céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |
| 5.12 | E38PIC100 | ud                  | <b>Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |
|      | P311C100  | 1,000 ud<br>3,000 % | Traje impermeable 2 p. P.V.C.<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6,000<br>6,000    |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>0,18</b>       |
|      |           |                     | <b>Son seis Euros con dieciocho céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |
| 5.13 | E38PIC130 | ud                  | <b>Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |
|      | P311C130  | 0,333 ud<br>3,000 % | Mandil cuero para soldador<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 12,930<br>4,310   |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>4,44</b>       |
|      |           |                     | <b>Son cuatro Euros con cuarenta y cuatro céntimos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |

## Cuadro de Precios Descompuestos

| Nº   | Código    | Ud                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Total            |                                                    |
|------|-----------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|
| 5.14 | E38PIM050 | ud                  | <b>Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |                                                    |
|      | P311M035  | 1,000 ud<br>3,000 % | Par guantes vacuno<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3,000<br>3,000   | 3,00<br>0,09                                       |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  | <b>3,09</b>                                        |
|      |           |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  | <b>Son tres Euros con nueve céntimos</b>           |
| 5.15 | E38PIM060 | ud                  | <b>Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                                                    |
|      | P311M040  | 0,333 ud<br>3,000 % | Par guantes p/soldador<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5,800<br>1,930   | 1,93<br>0,06                                       |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  | <b>1,99</b>                                        |
|      |           |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  | <b>Son un Euro con noventa y nueve céntimos</b>    |
| 5.16 | E38PIP010 | ud                  | <b>Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                    |
|      | P311P010  | 1,000 ud<br>3,000 % | Par botas altas de agua (negras)<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6,000<br>6,000   | 6,00<br>0,18                                       |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  | <b>6,18</b>                                        |
|      |           |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  | <b>Son seis Euros con dieciocho céntimos</b>       |
| 5.17 | E38PIP030 | ud                  | <b>Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                    |
|      | P311P020  | 0,333 ud<br>3,000 % | Par botas c/puntera/plant. metal<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 18,000<br>5,990  | 5,99<br>0,18                                       |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  | <b>6,17</b>                                        |
|      |           |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  | <b>Son seis Euros con diecisiete céntimos</b>      |
| 5.18 | E38PIP050 | ud                  | <b>Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |                                                    |
|      | P311P050  | 0,333 ud<br>3,000 % | Par polainas para soldador<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6,490<br>2,160   | 2,16<br>0,06                                       |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  | <b>2,22</b>                                        |
|      |           |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  | <b>Son dos Euros con veintidos céntimos</b>        |
| 5.19 | E38PCB020 | m.                  | <b>Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.</b> |                  |                                                    |
|      | O010A030  | 0,150 h.            | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10,710           | 1,61                                               |
|      | O010A070  | 0,150 h.            | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10,240           | 1,54                                               |
|      | P31CB020  | 0,065 ud            | Guardacuerpos metálico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 9,060            | 0,59                                               |
|      | P31CB210  | 0,240 m.            | Pasamanos tubo D=50 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4,170            | 1,00                                               |
|      | P31CB040  | 0,003 m3<br>3,000 % | Tabla madera pino 15x5 cm.<br>Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 272,800<br>5,560 | 0,82<br>0,17                                       |
|      |           |                     | <b>Precio total redondeado por m. ....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  | <b>5,73</b>                                        |
|      |           |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  | <b>Son cinco Euros con setenta y tres céntimos</b> |

## 7. CUADRO DE PRECIOS N°1

| Cuadro de precios nº 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                                |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Nº                     | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Importe          |                                                                |
|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | En cifra (Euros) | En letra (Euros)                                               |
|                        | <b>1 Instalación eléctrica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |                                                                |
| 1.1                    | ud Instalación eléctrica del sistema generador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 181,28           | CIENTO OCHENTA Y UN EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS              |
| 1.2                    | m. Suministro y colocación de canaleta tapa interior de PVC color blanco con un separador, canal de dimensiones 40x100 mm. y 3 m. de longitud, para la adaptación de mecanismos y compartimentación flexible, con p.p. de accesorios y montada directamente sobre paramentos verticales. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(5), de material aislante y de reacción al fuego M1.                                                                                                | 28,04            | VEINTIOCHO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS                           |
| 1.3                    | m Cable específico para instalaciones fotovoltaicas del tipo ZZ-F (AS) de 0'6/1 kV CC. No propagador de llama. Libre de halógenos. Resistencia a la intemperie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3,23             | TRES EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS                             |
| 1.4                    | m Cable unipolar RZ1-K de 0'6/1 kV con conductores de cobre de 4 mm <sup>2</sup> . Aislamiento de polietileno reticulado. Cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos. Según UNE 21123-4                                                                                                                                                                                                                                                                  | 32,63            | TREINTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS                |
| 1.5                    | ud Contador inteligente HUAWAI DTSU666H-3PH permite la medición del consumo de la red eléctrica. Tamaño pequeño.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 195,70           | CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS              |
| 1.6                    | ud Cuadro de protección para la corriente alterna procedente del inversor trifásico. Incluye: interruptor diferencial, magnetotérmico y sobretensiones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 350,19           | TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS            |
| 1.7                    | ud Cuadro de protección de la corriente continua. Formado por 8 fusibles de 12 A , 4 sobretensiones PSM3-40/1000 PV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 527,68           | QUINIENTOS VEINTISIETE EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS       |
|                        | <b>2 Instalación fotovoltaica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |                                                                |
| 2.1                    | ud Panel híbrido aH72 con producción simultánea de energía térmica y eléctrica con tecnología aHTech. Dimensiones exteriores 1965x995x83 mm, con una superficie total de 1.96 m <sup>2</sup> y peso de 49.8 kg. Rendimiento óptico 0.59, coeficiente de pérdidas primario 3.3 W/m <sup>2</sup> *K, coeficiente secundario 0.018 W/m <sup>2</sup> *K. La capa fotovoltaica está formado por 72 células monocristalinas con los siguientes valores eléctricos: potencia nominal = 350 W, eficiencia 16'71% (en condiciones estándar STC). | 501,10           | QUINIENTOS UN EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS                          |
| 2.2                    | ud Kit de conexión rápida/roscada para 6 paneles aH72, formado por 10 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 210,86           | DOSCIENTOS DIEZ EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS              |
| 2.3                    | ud Kit de conexión rápida/roscada para 10 paneles aH72, formado por 18 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 375,89           | TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS |

## DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES

| Cuadro de precios nº 1                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |                                                                   |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Nº                                    | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Importe          |                                                                   |
|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | En cifra (Euros) | En letra (Euros)                                                  |
| 2.4                                   | ud Soporte coplanar continuo con salvatejas para cubierta de teja mixta para 6 paneles. Tornillería incluida.                                                                                                                                                                                        | 250,75           | DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS           |
| 2.5                                   | ud Válvula de equilibrado STAD-15/14 s/v de IMI TA                                                                                                                                                                                                                                                   | 98,60            | NOVENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS                         |
| 2.6                                   | ud Válvula de equilibrado STAD-40 s/v de IMI TA                                                                                                                                                                                                                                                      | 140,28           | CIENTO CUARENTA EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS                     |
| 2.7                                   | ud Instalación eléctrica del sistema generador                                                                                                                                                                                                                                                       | 181,28           | CIENTO OCHENTA Y UN EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS                 |
| <b>3 Instalación hidráulica</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |                                                                   |
| 3.1                                   | ud Depósito acumulador de acero vitrificado Master Vitro MVV-5000-RB                                                                                                                                                                                                                                 | 5.321,37         | CINCO MIL TRESCIENTOS VEINTIUN EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS |
| 3.2                                   | ud Bomba TPD 40-190 PN6/10                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2.690,90         | DOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS            |
| 3.3                                   | ud Intercambiador de placas Sedical, modelo UFP-34/26 H-C PN10                                                                                                                                                                                                                                       | 1.310,58         | MIL TRESCIENTOS DIEZ EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS          |
| 3.4                                   | ud Vaso de expansión de capacidad 80 L, 450 mm de diámetro y 600 mm de altura                                                                                                                                                                                                                        | 233,65           | DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS      |
| 3.5                                   | ud Regulador solar Resol Deltasol BX Plus                                                                                                                                                                                                                                                            | 477,64           | CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS |
| 3.6                                   | ud Válvula de 3 vías DN 50                                                                                                                                                                                                                                                                           | 425,04           | CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS               |
| 3.7                                   | ud RESOL Caudalímetro V40-100                                                                                                                                                                                                                                                                        | 538,34           | QUINIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS     |
| 3.8                                   | ud Equipo de disipación térmica de energía solar. Modelo 1001 - P. Disipador 105kW, 16W, 1265x1070x575mm; 128 kg.                                                                                                                                                                                    | 1.087,45         | MIL OCHENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS           |
| 3.9                                   | ud Instalación del sistema hidráulico                                                                                                                                                                                                                                                                | 339,75           | TRESCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS    |
| <b>4 Centro de inversión</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |                                                                   |
| 4.1                                   | ud Inversor HUAWEI SUN2000-17KTL-M2, potencia máxima de entrada de 25'5 kW, voltaje de entrada máxima de 1080V, eficiencia máxima de 98'65%. Indicador del estado de funcionamiento con led.<br><br>Incluye: montaje, fijación, nivelación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento | 2.010,31         | DOS MIL DIEZ EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS                      |
| <b>5 Estudio de Seguridad y Salud</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |                                                                   |
| 5.1                                   | ud Placa señalización-información en PVC serigrafado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.                                                                                                                                     | 3,37             | TRES EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS                           |

## Cuadro de precios nº 1

| Nº   | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Importe          |                                                    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | En cifra (Euros) | En letra (Euros)                                   |
| 5.2  | ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 48,67            | CUARENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS |
| 5.3  | ud Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 19,19            | DIECINUEVE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS           |
| 5.4  | ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,06             | DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS                        |
| 5.5  | ud Cubrecabezas para penetración en fuego, de fibra Nomex aluminizado (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 18,45            | DIECIOCHO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS      |
| 5.6  | ud Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2,06             | DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS                        |
| 5.7  | ud Gafas protectoras con ventanilla móvil y cristal incoloro o coloreado, homologadas, amortizables en 3 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,75             | SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS                           |
| 5.8  | ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2,33             | DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS              |
| 5.9  | ud Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,06             | DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS                        |
| 5.10 | ud Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal lateral, fabricado con cintura ligera con cierre rectangular y riñonera de polietileno de forma ergonómica con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, permitiendo seleccionar un deslizamiento manual o automático, bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=16 mm. y 20 m. de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm., y eslinga de sujeción doble, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97. | 72,23            | SETENTA Y DOS EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS        |
| 5.11 | ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 11,33            | ONCE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS             |
| 5.12 | ud Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6,18             | SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS                  |
| 5.13 | ud Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4,44             | CUATRO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS        |
| 5.14 | ud Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3,09             | TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS                      |
| 5.15 | ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,99             | UN EURO CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS               |
| 5.16 | ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6,18             | SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS                  |

| Cuadro de precios nº 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                                         |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|
| Nº                     | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Importe             |                                         |
|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | En cifra<br>(Euros) | En letra<br>(Euros)                     |
| 5.17                   | ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                  | 6,17                | SEIS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS      |
| 5.18                   | ud Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2,22                | DOS EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS        |
| 5.19                   | m. Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. | 5,73                | CINCO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS |
|                        | Soria, 20 de Septiembre, 2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |                                         |
|                        | Carolina Bastidas Cuenca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                         |

## 8. CUADRO DE PRECIOS Nº2

| Cuadro de precios nº 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |               |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| Nº                     | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Importe               |               |
|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Parcial (Euros)       | Total (Euros) |
| 1.1                    | 1 Instalación eléctrica<br>ud Instalación eléctrica del sistema generador<br><br><i>Mano de obra</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 176,00<br>5,28        | 181,28        |
| 1.2                    | m. Suministro y colocación de canaleta tapa interior de PVC color blanco con un separador, canal de dimensiones 40x100 mm. y 3 m. de longitud, para la adaptación de mecanismos y compartimentación flexible, con p.p. de accesorios y montada directamente sobre paramentos verticales. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(5), de material aislante y de reacción al fuego M1.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                         | 2,18<br>25,04<br>0,82 | 28,04         |
| 1.3                    | m Cable específico para instalaciones fotovoltaicas del tipo ZZ-F (AS) de 0'6/1 kV CC. No propagador de llama.<br>Libre de halógenos.<br>Resistencia a la intemperie.<br><br><i>Sin descomposición</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3,14<br>0,09          | 3,23          |
| 1.4                    | m Cable unipolar RZ1-K de 0'6/1 kV con conductores de cobre de 4 mm2.<br>Aislamiento de polietileno reticulado.<br>Cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos. Según UNE 21123-4<br><br><i>Sin descomposición</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                 | 31,68<br>0,95         | 32,63         |
| 1.5                    | ud Contador inteligente HUAWEI DTSU666H-3PH permite la medición del consumo de la red eléctrica. Tamaño pequeño.<br><br><i>Sin descomposición</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 190,00<br>5,70        | 195,70        |
| 1.6                    | ud Cuadro de protección para la corriente alterna procedente del inversor trifásico.<br>Incluye: interruptor diferencial, magnetotérmico y sobretensiones.<br><br><i>Sin descomposición</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 339,99<br>10,20       | 350,19        |
| 1.7                    | ud Cuadro de protección de la corriente continua.<br>Formado por 8 fusibles de 12 A , 4 sobretensiones PSM3-40/1000 PV.<br><br><i>Sin descomposición</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 512,31<br>15,37       | 527,68        |
| 2.1                    | 2 Instalación fotovoltaica<br>ud Panel híbrido aH72 con producción simultánea de energía térmica y eléctrica con tecnología aHTech. Dimensiones exteriores 1965x995x83 mm, con una superficie total de 1.96 m2 y peso de 49.8 kg. Rendimiento óptico 0.59, coeficiente de pérdidas primario 3.3 W/m2*K, coeficiente secundario 0.018 W/m2*K. La capa fotovoltaica está formado por 72 células monocristalinas con los siguientes valores eléctricos: potencia nominal = 350 W, eficiencia 16'71% (en condiciones estándar STC).<br><br><i>Sin descomposición</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i> | 486,51<br>14,59       | 501,10        |
| 2.2                    | ud Kit de conexión rápida/roscada para 6 paneles aH72, formado por 10 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón<br><br><i>Sin descomposición</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 204,72<br>6,14        | 210,86        |

| Cuadro de precios n° 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|
| N°                     | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Importe            |                  |
|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Parcial<br>(Euros) | Total<br>(Euros) |
| 2.3                    | ud Kit de conexión rápida/roscada para 10 paneles aH72, formado por 18 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos | 364,94<br>10,95    | 375,89           |
| 2.4                    | ud Soporte coplanar continuo con salvatejas para cubierta de teja mixta para 6 paneles. Tornillería incluida.<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                          | 243,45<br>7,30     |                  |
| 2.5                    | ud Válvula de equilibrado STAD-15/14 s/v de IMI TA<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                     | 95,73<br>2,87      | 250,75           |
| 2.6                    | ud Válvula de equilibrado STAD-40 s/v de IMI TA<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                        | 136,19<br>4,09     | 98,60            |
| 2.7                    | ud Instalación eléctrica del sistema generador<br><i>Mano de obra</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                               | 176,00<br>5,28     | 140,28           |
|                        | <b>3 Instalación hidráulica</b>                                                                                                                                                                                                                                                              |                    | 181,28           |
| 3.1                    | ud Depósito acumulador de acero vitrificado Master Vitro MVV-5000-RB<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                   | 5.166,38<br>154,99 | 5.321,37         |
| 3.2                    | ud Bomba TPD 40-190 PN6/10<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                                             | 2.612,52<br>78,38  |                  |
| 3.3                    | ud Intercambiador de placas Sedical, modelo UFP-34/26 H-C PN10<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                         | 1.272,41<br>38,17  | 2.690,90         |
| 3.4                    | ud Vaso de expansión de capacidad 80 L, 450 mm de diámetro y 600 mm de altura<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                          | 226,84<br>6,81     | 1.310,58         |
| 3.5                    | ud Regulador solar Resol Deltasol BX Plus<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                              | 463,73<br>13,91    | 233,65           |
| 3.6                    | ud Válvula de 3 vías DN 50<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                                             | 412,66<br>12,38    | 477,64           |
| 3.7                    | ud RESOL Caudalímetro V40-100<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                                          | 522,66<br>15,68    | 425,04           |
| 3.8                    | ud Equipo de disipación térmica de energía solar. Modelo 1001 - P. Disipador 105kW, 16W, 1265x1070x575mm; 128 kg.<br><i>Sin descomposición</i><br>3 % Costes indirectos                                                                                                                      | 1.055,78<br>31,67  | 538,34           |
|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    | 1.087,45         |

## Cuadro de precios nº 2

| Nº                                    | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Importe               |                  |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|
|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Parcial<br>(Euros)    | Total<br>(Euros) |
| 3.9                                   | ud Instalación del sistema hidráulico<br><i>Mano de obra</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                          | 329,85<br>9,90        | 339,75           |
| <b>4 Centro de inversión</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |                  |
| 4.1                                   | ud Inversor HUAWEI SUN2000-17KTL-M2, potencia máxima de entrada de 25'5 kW, voltaje de entrada máxima de 1080V, eficiencia máxima de 98'65%. Indicador del estado de funcionamiento con led.<br><br>Incluye: montaje, fijación, nivelación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento<br><br><i>Sin descomposición</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i> | 1.951,76<br>58,55     | 2.010,31         |
| <b>5 Estudio de Seguridad y Salud</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |                  |
| 5.1                                   | ud Placa señalización-información en PVC serigrafado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                      | 1,54<br>1,73<br>0,10  | 3,37             |
| 5.2                                   | ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                      | 1,02<br>46,23<br>1,42 | 48,67            |
| 5.3                                   | ud Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                 | 1,56<br>17,07<br>0,56 | 19,19            |
| 5.4                                   | ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                   | 2,00<br>0,06          | 2,06             |
| 5.5                                   | ud Cubrecabezas para penetración en fuego, de fibra Nomex aluminizado (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                               | 17,91<br>0,54         | 18,45            |
| 5.6                                   | ud Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                     | 2,00<br>0,06          | 2,06             |
| 5.7                                   | ud Gafas protectoras con ventanilla móvil y cristal incoloro o coloreado, homologadas, amortizables en 3 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                               | 0,73<br>0,02          | 0,75             |
| 5.8                                   | ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br>3 % <i>Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                             | 2,26<br>0,07          | 2,33             |

| Cuadro de precios nº 2        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |                  |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|
| Nº                            | Designación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Importe              |                  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Parcial<br>(Euros)   | Total<br>(Euros) |
| 5.9                           | ud Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,00<br>0,06         | 2,06             |
| 5.10                          | ud Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal lateral, fabricado con cintura ligera con cierre rectangular y riñonera de polietileno de forma ergonómica con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, permitiendo seleccionar un deslizamiento manual o automático, bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=16 mm. y 20 m. de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm., y eslinga de sujeción doble, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i> | 70,13<br>2,10        | 72,23            |
| 5.11                          | ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 11,00<br>0,33        | 11,33            |
| 5.12                          | ud Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6,00<br>0,18         | 6,18             |
| 5.13                          | ud Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4,31<br>0,13         | 4,44             |
| 5.14                          | ud Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3,00<br>0,09         | 3,09             |
| 5.15                          | ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,93<br>0,06         | 1,99             |
| 5.16                          | ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6,00<br>0,18         | 6,18             |
| 5.17                          | ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5,99<br>0,18         | 6,17             |
| 5.18                          | ud Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.<br><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,16<br>0,06         | 2,22             |
| 5.19                          | m. Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>                                                                                                                                             | 3,15<br>2,41<br>0,17 | 5,73             |
| Soria, 20 de Septiembre, 2023 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |                  |

## 9. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACIÓN HÍBRIDA

Página 24

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 Instalación eléctrica

| Nº  | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | UDS. | LARGO | ANCHO | ALTO | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|------|----------|--------|----------|
| 1.1 | <b>Ud. Instalación eléctrica del sistema generador</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |       |       |      | 3,000    | 181,28 | 543,84   |
| 1.2 | <b>M. Suministro y colocación de canaleta tapa interior de PVC color blanco con un separador, canal de dimensiones 40x100 mm. y 3 m. de longitud, para la adaptación de mecanismos y compartimentación flexible, con p.p. de accesorios y montada directamente sobre paramentos verticales. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(5), de material aislante y de reacción al fuego M1.</b> |      |       |       |      | 15,000   | 28,04  | 420,60   |
| 1.3 | <b>M. Cable específico para instalaciones fotovoltaicas del tipo ZZ-F (AS) de 0'6/1 kV CC. No propagador de llama. Libre de halógenos. Resistencia a la intemperie.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |       |       |      | 124,000  | 3,23   | 400,52   |
| 1.4 | <b>M. Cable unipolar RZ1-K de 0'6/1 kV con conductores de cobre de 4 mm2. Aislamiento de polietileno reticulado. Cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos. Según UNE 21123-4</b>                                                                                                                                                                               |      |       |       |      | 10,000   | 32,63  | 326,30   |
| 1.5 | <b>Ud. Contador inteligente HUAWEI DTSU666H-3PH permite la medición del consumo de la red eléctrica. Tamaño pequeño.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |       |       |      | 1,000    | 195,70 | 195,70   |
| 1.6 | <b>Ud. Cuadro de protección para la corriente alterna procedente del inversor trifásico. Incluye: interruptor diferencial, magnetotérmico y sobretensiones.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |       |       |      | 2,000    | 350,19 | 700,38   |
| 1.7 | <b>Ud. Cuadro de protección de la corriente continua. Formado por 8 fusibles de 12 A , 4 sobretensiones PSM3-40/1000 PV.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |       |       |      | 2,000    | 527,68 | 1.055,36 |

Total presupuesto parcial n° 1 ... 3.642,70

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 2 Instalación fotovoltaica

| N°  | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | UDS. | LARGO | ANCHO | ALTO | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|------|----------|--------|-----------|
| 2.1 | Ud. Panel híbrido aH72 con producción simultánea de energía térmica y eléctrica con tecnología aHTech. Dimensiones exteriores 1965x995x83 mm, con una superficie total de 1.96 m <sup>2</sup> y peso de 49.8 kg. Rendimiento óptico 0.59, coeficiente de pérdidas primario 3.3 W/m <sup>2</sup> *K, coeficiente secundario 0.018 W/m <sup>2</sup> *K. La capa fotovoltaica está formado por 72 células monocristalinas con los siguientes valores eléctricos: potencia nominal = 350 W, eficiencia 16.71% (en condiciones estándar STC). |      |       |       |      | 96,000   | 501,10 | 48.105,60 |
| 2.2 | Ud. Kit de conexión rápida/roscada para 6 paneles aH72, formado por 10 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |       |       |      | 1,000    | 210,86 | 210,86    |
| 2.3 | Ud. Kit de conexión rápida/roscada para 10 paneles aH72, formado por 18 compensadores de dilatación de acero inoxidable, codo + llave de corte, purgador + llave de corte + portasonda, válvula de seguridad + llave de vaciado y tapón                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |       |      | 9,000    | 375,89 | 3.383,01  |
| 2.4 | Ud. Soporte coplanar continuo con salvatejas para cubierta de teja mixta para 6 paneles. Tornillería incluida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |       |      | 16,000   | 250,75 | 4.012,00  |
| 2.5 | Ud. Válvula de equilibrado STAD-15/14 s/v de IMI TA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |       |      | 10,000   | 98,60  | 986,00    |
| 2.6 | Ud. Válvula de equilibrado STAD-40 s/v de IMI TA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |       |       |      | 2,000    | 140,28 | 280,56    |
| 2.7 | Ud. Instalación eléctrica del sistema generador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |       |       |      | 3,000    | 181,28 | 543,84    |

Total presupuesto parcial n° 2 ... 57.521,87

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 Instalación hidráulica

| Nº  | DESCRIPCION                                                                                                               | UDS. | LARGO | ANCHO | ALTO | CANTIDAD | PRECIO   | IMPORTE   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|------|----------|----------|-----------|
| 3.1 | <b>Ud. Depósito acumulador de acero vitrificado Master Vitro MVV-5000-RB</b>                                              |      |       |       |      | 2,000    | 5.321,37 | 10.642,74 |
| 3.2 | <b>Ud. Bomba TPD 40-190 PN6/10</b>                                                                                        |      |       |       |      | 2,000    | 2.690,90 | 5.381,80  |
| 3.3 | <b>Ud. Intercambiador de placas Sedical, modelo UFP-34/26 H-C PN10</b>                                                    |      |       |       |      | 1,000    | 1.310,58 | 1.310,58  |
| 3.4 | <b>Ud. Vaso de expansión de capacidad 80 L, 450 mm de diámetro y 600 mm de altura</b>                                     |      |       |       |      | 1,000    | 233,65   | 233,65    |
| 3.5 | <b>Ud. Regulador solar Resol Deltasol BX Plus</b>                                                                         |      |       |       |      | 1,000    | 477,64   | 477,64    |
| 3.6 | <b>Ud. Válvula de 3 vías DN 50</b>                                                                                        |      |       |       |      | 1,000    | 425,04   | 425,04    |
| 3.7 | <b>Ud. RESOL Caudalímetro V40-100</b>                                                                                     |      |       |       |      | 1,000    | 538,34   | 538,34    |
| 3.8 | <b>Ud. Equipo de disipación térmica de energía solar. Modelo 1001 - P. Disipador 105kW, 16W, 1265x1070x575mm; 128 kg.</b> |      |       |       |      | 1,000    | 1.087,45 | 1.087,45  |
| 3.9 | <b>Ud. Instalación del sistema hidráulico</b>                                                                             |      |       |       |      | 3,000    | 339,75   | 1.019,25  |

Total presupuesto parcial n° 3 ... 21.116,49

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 4 Centro de inversión

| N°  | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | UDS. | LARGO | ANCHO | ALTO | CANTIDAD | PRECIO   | IMPORTE  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|------|----------|----------|----------|
| 4.1 | <b>Ud. Inversor HUAWEI SUN2000-17KTL-M2, potencia máxima de entrada de 25'5 kW, voltaje de entrada máxima de 1080V, eficiencia máxima de 98'65%. Indicador del estado de funcionamiento con led.</b><br><br><b>Incluye: montaje, fijación, nivelación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento</b> |      |       |       |      | 2,000    | 2.010,31 | 4.020,62 |

Total presupuesto parcial n° 4 ... 4.020,62

| Nº   | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | UDS. | LARGO | ANCHO | ALTO | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|------|----------|--------|---------|
| 5.1  | Ud. Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |       |       |      | 1,000    | 3,37   | 3,37    |
| 5.2  | Ud. Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |       |       |      | 1,000    | 48,67  | 48,67   |
| 5.3  | Ud. Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con tripode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |       |       |      | 2,000    | 19,19  | 38,38   |
| 5.4  | Ud. Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |       |       |      | 12,000   | 2,06   | 24,72   |
| 5.5  | Ud. Cubrecabezas para penetración en fuego, de fibra Nomex aluminizado (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |       |       |      | 12,000   | 18,45  | 221,40  |
| 5.6  | Ud. Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |       |       |      | 6,000    | 2,06   | 12,36   |
| 5.7  | Ud. Gafas protectoras con ventanilla móvil y cristal incoloro o coloreado, homologadas, amortizables en 3 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |       |       |      | 12,000   | 0,75   | 9,00    |
| 5.8  | Ud. Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |       |       |      | 12,000   | 2,33   | 27,96   |
| 5.9  | Ud. Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |       |      | 12,000   | 2,06   | 24,72   |
| 5.10 | Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal lateral, fabricado con cintura ligera con cierre rectangular y riñonera de polietileno de forma ergonómica con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, permitiendo seleccionar un deslizamiento manual o automático, bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=16 mm. y 20 m. de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm., y eslinga de sujección doble, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97. |      |       |       |      | 6,000    | 72,23  | 433,38  |
| 5.11 | Ud. Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |       |       |      | 12,000   | 11,33  | 135,96  |
| 5.12 | Ud. Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |       |       |      | 12,000   | 6,18   | 74,16   |
| 5.13 | Ud. Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |       |       |      | 1,000    | 4,44   | 4,44    |
| 5.14 | Ud. Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |       |       |      | 12,000   | 3,09   | 37,08   |

Suma y sigue ... 1.095,60

| INSTALACIÓN HÍBRIDA                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |       |       |      |          | Página 29 |         |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|------|----------|-----------|---------|
| PRESUPUESTO PARCIAL N° 5 Estudio de Seguridad y Salud |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |       |       |      |          |           |         |
| N°                                                    | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | UDS. | LARGO | ANCHO | ALTO | CANTIDAD | PRECIO    | IMPORTE |
| 5.15                                                  | Ud. Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |       |       |      | 2,000    | 1,99      | 3,98    |
| 5.16                                                  | Ud. Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |       |       |      | 12,000   | 6,18      | 74,16   |
| 5.17                                                  | Ud. Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                 |      |       |       |      | 12,000   | 6,17      | 74,04   |
| 5.18                                                  | Ud. Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |       |       |      | 2,000    | 2,22      | 4,44    |
| 5.19                                                  | M. Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. |      |       |       |      | 3,000    | 5,73      | 17,19   |

Total presupuesto parcial n° 5 ... 1.269,41

INSTALACIÓN HÍBRIDA

---

RESUMEN POR CAPITULOS

---

|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| CAPITULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA         | 3.642,70         |
| CAPITULO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA      | 57.521,87        |
| CAPITULO INSTALACIÓN HIDRÁULICA        | 21.116,49        |
| CAPITULO CENTRO DE INVERSIÓN           | 4.020,62         |
| CAPITULO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  | 1.269,41         |
| REDONDEO.....                          |                  |
| PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL..... | <u>87.571,09</u> |

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS.

Soria, 20 de septiembre de 2023.

Carolina Bastidas Cuenca

# 10. PRESUPUESTO GENERAL

Proyecto: INSTALACIÓN HÍBRIDA

| <b>Capítulo</b>                         | <b>Importe</b> |
|-----------------------------------------|----------------|
| Capítulo 1 Instalación eléctrica        | 3.642,70       |
| Capítulo 2 Instalación fotovoltaica     | 57.521,87      |
| Capítulo 3 Instalación hidráulica       | 21.116,49      |
| Capítulo 4 Centro de inversión          | 4.020,62       |
| Capítulo 5 Estudio de Seguridad y Salud | 1.269,41       |
| Presupuesto de ejecución material       | 87.571,09      |
| 0% de gastos generales                  | 0,00           |
| 0% de beneficio industrial              | 0,00           |
| Suma                                    | 87.571,09      |
| 21% IVA                                 | 18.389,93      |
| Presupuesto de ejecución por contrata   | 105.961,02     |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO CINCO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON DOS CÉNTIMOS.

Soria, 20 de Septiembre, 2023

Carolina Bastidas Cuenca