



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Trabajo de Fin de Grado

PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE

JULIO 2022

**AUTORA: LAURA HERNÁNDEZ LÓPEZ
TUTOR: BENJAMÍN GONZÁLEZ DÍAZ**

Hoja de identificación:

TÍTULO DEL PROYECTO:

Proyecto de instalaciones para vivienda unifamiliar sostenible.

EMPLAZAMIENTO:

Carretera General La Laguna a Punta Hidalgo TF-13, 270. C.P.: 38280

Término Municipal: Tegueste.

Provincia: Santa Cruz de Tenerife.

PROYECTISTA:

Nombre del autor: Laura Hernández López.

DNI: 51152002-W

Correo electrónico: laurahrlp@gmail.com

RESPONSABLE DE LA TUTORÍA DEL PROYECTO:

Nombre: Benjamín González Díaz

Localización: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT

Despacho: Segunda planta, despacho P2.085

Teléfono: 922 316 502 ext: 6252

Correo electrónico: bgdiaz@ull.edu.es

PROMOTOR:

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnologías de la Universidad de La Laguna.

ÍNDICE GENERAL.

ABSTRACT	11
MEMORIA	15
1.1. Objeto del proyecto.....	15
1.2. Antecedentes del Proyecto.....	15
1.3. Alcance del proyecto.....	15
1.4. Normativas y referencias.....	16
1.4.1. Normativas.....	16
1.4.2. Referencias.....	19
1.4.3. Bibliografía.....	19
1.5. Software utilizado.....	20
1.6. Descripción de la vivienda.....	21
1.7. Emplazamiento.....	22
1.8. Análisis del diseño.....	23
1.8.1. Instalación en baja tensión.....	23
1.8.2. Generadores fotovoltaicos.....	24
1.8.2.1. Ubicación de los módulos fotovoltaicos.....	25
1.8.2.2. Módulos fotovoltaicos.....	26
1.8.2.3. Orientación, inclinación y separación entre filas de los módulos.....	27
1.8.2.4. Estructura soporte paneles.....	29
1.8.2.5. Inversor.....	30
1.8.2.6. Cableado.....	32
1.8.2.7. Protecciones.....	32
1.8.3. Puesta a tierra.....	32
1.8.4. Iluminación.....	33
1.8.5. Agua Caliente Sanitaria Solar.....	34
1.8.6. Recogida agua de lluvia.....	35
1.9. Presupuesto.....	35
ANEXOS	42
ANEXO I. Instalación Baja Tensión	42
2.1.1. Potencia total de la instalación.....	42
2.1.2. Cálculos justificativos.....	45
2.1.2.1. Cálculo de intensidad.....	45

2.1.2.2. Cálculo de la caída de tensión.....	45
2.1.2.3 Cálculo de las protecciones	46
2.1.2.3.1. Protección contra sobrecargas.....	47
2.1.2.3.2. Protección contra cortocircuitos.....	47
2.1.3. Dimensionado de la instalación.....	47
2.1.3.1 Derivación individual	47
2.1.3.2 Protección contra cortocircuitos.....	48
2.1.3.3 Caída de tensión:.....	49
ANEXO II. Instalación Solar Fotovoltaica.....	53
2.2.1. Orientación.....	53
2.2.2. Inclinación.....	53
2.2.3 Separación.....	54
2.2.4 Distribución.....	55
2.2.5 Inversor.....	56
2.2.5.1. Voltaje mínimo (V_{min}).....	58
2.2.5.2. Voltaje máximo ($V_{máx}$).....	58
2.2.6 Sección de cable.....	59
2.2.6.1. Lado en corriente continua.....	59
2.2.6.2. Lado en corriente alterna.	60
2.2.7 Cálculo de pérdidas.....	62
2.2.7.1 Cálculo de las pérdidas debidas a la orientación e inclinación de los paneles.	62
2.2.7.2 Pérdidas por el ensuciamiento y dispersión.....	64
2.2.7.3 Pérdidas de potencia en el cableado de Corriente Continua (CC).....	65
2.2.7.4 Pérdidas de potencia en el cableado de Corriente Alterna (CA).....	65
2.2.7.5 Pérdidas por temperatura.	66
2.2.8. Performance Ratio (PR).....	67
2.2.9. Canalizaciones.....	68
2.2.10. Protecciones.....	71
2.2.10.1. Protección para el tramo 1 (Generadores fotovoltaicos-inversor)	71
2.2.10.2. Protección para el tramo 2 (Inversor-conexión de red)	73
2.2.10.3. Contador bidireccional.	75
ANEXO III. Puesta a Tierra.....	78

2.3. Cálculos Puesta a Tierra.....	78
ANEXO IV. Iluminación.....	80
2.4. Cálculos de Iluminación.....	80
ANEXO V. Agua Caliente Sanitaria Solar.....	101
2.5. Instalación Agua Caliente Sanitaria Solar.....	101
ANEXO VI. Rentabilidad.....	106
2.6. Cálculos rentabilidad de la instalación.....	106
ANEXO VII. Recogida de Lluvias.....	113
2.7. Recogida de agua de lluvia.....	113
2.7.1 Diseño.....	113
2.7.2 Funcionamiento	113
2.7.3 Estudio precipitaciones	114
2.7.4 Situación climática Municipio de Tegueste.	116
2.7.5 Conclusión	117
ANEXO VIII. Estudio básico de Seguridad y Salud.....	120
2.8. Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	120
2.8.1. Objeto.	120
2.8.2. Condiciones de las instalaciones.	121
2.8.3. Actividades a realizar.	121
2.8.4. Análisis de los riesgos.....	122
2.8.4.1. Trabajo en altura.....	122
2.8.4.2. Transporte de material.....	124
2.8.4.3. Montaje de componentes.....	126
2.8.4.4 Herramientas manuales.....	128
2.8.4.5. Uso de andamios, plataformas elevadoras y escaleras móviles.....	129
2.8.4.6. Trabajos en tensión.	131
2.8.4.7. Trabajos próximos a elementos en tensión.	132
2.8.4.8. Trabajos sin tensión.....	134
2.8.5. Mantenimiento y uso de los equipos de protección.	136
2.8.6. Medidas de emergencia.....	136
2.8.6.1. Primeros auxilios.	137
2.8.6.2. Medio de auxilio.....	137

2.8.6.3. Asistencia a los accidentados.....	138
2.8.7. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.....	139
ANEXO IX. Hoja de datos.....	142
2.9.1. Catálogos Instalación Fotovoltaica.....	142
2.9.1.1. Ficha técnica módulo Canadian Solar 415W.....	142
2.9.1.2. Ficha técnica Inversor SMA SUNNY BOY 4.0.....	144
2.9.1.3. Ficha técnica fusible.....	148
2.9.1.4. Ficha técnica interruptor sobretensiones.....	150
2.9.1.5. Ficha técnica interruptor magnetotérmico.....	152
2.9.1.6. Ficha técnica interruptor automático diferencial.....	155
2.9.1.7. Ficha técnica Contador bidireccional.....	158
2.9.2. Catálogos Agua Caliente Sanitaria Solar.....	160
2.9.2.1. Ficha técnica Termosifón Compac ECO 150.....	160
PLANOS.....	163
3.1. Planos.....	163
3.1.1. Plano situación.....	163
3.1.2. Plano planta baja: Distribución.....	164
3.1.3. Plano primera planta: Distribución.....	165
3.1.4. Plano segunda planta: Distribución.....	166
3.1.5. Plano planta baja: Circuitos eléctricos.....	167
3.1.6. Plano primera planta: Circuitos eléctricos.....	168
3.1.7. Plano segunda planta: Circuitos eléctricos.....	169
3.1.8. Plano unifilar: vivienda.....	170
3.1.9. Plano cubierta: Distribución módulos.....	171
3.1.10. Plano FV: Conexión y distribución de módulos en cubierta.....	172
3.1.11. Plano FV: Conexión y distribución inversor.....	173
3.1.12. Plano unifilar: Instalación FV.....	174
3.1.13. Plano ACS: Esquema.....	175
PLIEGO DE CONDICIONES.....	179
4.1. Condiciones facultativas.....	179
4.1.1. Técnico Director de obra.....	179
4.1.2. Constructor o Instalador.....	180

4.1.3. Verificación de los documentos del proyecto.	180
4.1.4. Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.	181
4.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra.	181
4.1.6. Trabajos no estipulados expresamente.	181
4.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos.	182
4.1.8. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.	182
4.1.9. Orden de los trabajos.	182
4.1.10. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.	182
4.2. Condiciones económicas.	183
4.2.1. Composición de los precios unitarios.	183
4.2.2. Precios añadidos.	183
4.2.3. Acopio de materiales.	183
4.2.4. Pagos.	184
4.2.5. Seguro de las obras.	184
4.3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas de baja tensión.	184
4.3.1. Objeto.	184
4.3.2. Campo de aplicación.	184
4.3.3. Normativa de aplicación.	184
4.3.4. Características, calidades y condiciones generales de los materiales.	185
4.3.4.1. Clasificación y definición de la instalación.	185
4.3.4.2. Componentes y productos constituyentes de la instalación.	185
4.3.4.2.1. Conductores eléctricos.	186
4.3.4.2.2. Canalizaciones.	186
4.3.4.2.3. Identificación de los conductores.	186
4.3.4.2.4. Derivación Individual (DI).	186
4.3.4.2.5. Cuadros de mando y protección.	187
4.3.4.2.6. Interruptores automáticos.	187
4.3.4.2.7. Fusibles.	187
4.3.4.2.8. Puesta a tierra.	187
4.3.4.2.9. Luminarias.	187
4.3.4.2.10. Accesibilidad a las instalaciones.	187
4.4. Montaje de la instalación.	188

4.4.1. Consideraciones generales.....	188
4.4.2. Canalizaciones.....	188
4.4.3. Instalación de las lámparas.....	189
4.4.4. Señalización.....	189
4.4.5. Instalación de puesta a tierra.	189
4.4.5. Acabados.	190
4.5. Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica.	190
4.5.1. Objeto.	190
4.5.2. Campos de aplicación.....	190
4.5.3. Normativa de aplicación.....	190
4.5.4. Diseño.....	191
4.5.4.1. Diseño del generador fotovoltaico.	191
4.5.4.2. Orientación, inclinación y sombras.	191
4.5.4.3. Componentes y materiales.	192
4.5.4.3.1. Generalidades.	192
4.5.4.3.2. Sistemas generadores fotovoltaicos.....	192
4.5.4.3.4. Inversores.....	192
4.5.4.3.5. Cableado.....	194
4.5.4.3.6. Conexión a red.....	194
4.5.4.3.7. Protecciones.....	194
4.5.4.3.8. Puesta a tierra.	194
4.5.4.4. Condiciones de ejecución de obra.....	196
4.5.4.4.1 Replanteo de la instalación.	195
4.5.4.4.2 Preparación del proyecto.....	195
4.5.4.4.3 Ejecución de la obra.	195
4.5.4.5. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.	195
4.5.4.5.1. Programa de mantenimiento.	195
4.5.4.5.2. Garantías.....	196
4.5.4.5.3. Anulación de la garantía.....	196
4.5.4.5.4. Lugar y tiempo de la prestación.....	196
PRESUPUESTO	198
CONCLUSIONS	205

Abstract.

In this project, a series of installations will be made for a single-family home, for use as a holiday home, so that it is sustainable, adapting it to the current needs of renewable energies, thus reducing the environmental impact of the home.

An electrical installation project for the home will be carried out based on the Low Voltage Electrotechnical Regulation. Where different circuits will be implemented depending on their use in the home.

In the same way, taking into account the conditions of energy efficiency, a photovoltaic solar installation and thermal solar energy will be made to generate electricity and hot water. For this, 10 solar panels and an inverter with a production capacity of 4150W will be installed. The panels will be located on one of the roofs of the house and the inverter at the entrance of the house, so as to take advantage of as much space as possible.

For the generation of domestic hot water, a 150L thermosyphon will be installed, sufficient capacity to supply water consumption.

A lighting study will also be carried out for each room in the house, in such a way that it will be possible to know the number of luminaires necessary for each space.

Finally, a study will be carried out for the implementation of a rainwater collection system.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA.

1.1. Objeto del proyecto.....	15
1.2. Antecedentes del Proyecto.....	15
1.3. Alcance del proyecto.....	15
1.4. Normativas y referencias.....	16
1.4.1. Normativas.....	16
1.4.2. Referencias.....	19
1.4.3. Bibliografía.....	19
1.5. Software utilizado.....	20
1.6. Descripción de la vivienda.....	21
1.7. Emplazamiento.....	22
1.8. Análisis del diseño.....	23
1.8.1. Instalación en baja tensión.....	23
1.8.2. Generadores fotovoltaicos.....	24
1.8.2.1. Ubicación de los módulos fotovoltaicos.....	25
1.8.2.2. Módulos fotovoltaicos.....	26
1.8.2.3. Orientación, inclinación y separación entre filas de los módulos.....	27
1.8.2.4. Estructura soporte paneles.....	29
1.8.2.5. Inversor.....	30
1.8.2.6. Cableado.....	32
1.8.2.7. Protecciones.....	32
1.8.3. Puesta a tierra.....	32
1.8.4. Iluminación.....	33
1.8.5. Agua Caliente Sanitaria Solar.....	34
1.8.6. Recogida agua de lluvia.....	35
1.9. Presupuesto.....	35

Índice de figuras.

Figura 1. Exterior de la vivienda.

Figura 2. Ampliación mapa zona noreste Tenerife.

Figura 3. Parcela de la vivienda.

Figura 4. Área superficie instalación FV.

Figura 5. Panel fotovoltaico.

Figura 6. Orientación azimutal.

Figura 7. Ángulo inclinación panel solar.

Figura 8. Distancia de colocación entre filas de paneles solares.

Figura 9. Estructura soporte paneles.

Figura 10. Simulación de ubicación de los paneles solares sobre cubierta.

Figura 11. Inversor SUNNY BOY 4.0

Figura 12. Simulación de ubicación del inversor.

Figura 13. Termosifón Compac ECO 150.

Índice de tablas.

Tabla 1. Distribución de la vivienda.

Tabla 2. Datos inversor SUNNY BOY 4.0

1.1. Objeto del proyecto.

Este Proyecto tiene como objeto la adaptación de una vivienda unifamiliar, de uso registrado como vivienda vacacional, ya existente situada en el municipio de Tegueste, de manera que sea lo más sostenible posible.

Para ello se proyectarán las instalaciones eléctricas y de iluminación, de solar fotovoltaica, agua caliente sanitaria solar, recogida de lluvia y mejora de la eficiencia de la instalación eléctrica de la vivienda, para así reducir el impacto ambiental de esta.

1.2. Antecedentes del Proyecto.

Se dispone de una vivienda vacacional en la Carretera General La Laguna Punta Hidalgo, TF-13, N°270, en el municipio de Tegueste. Con referencia catastral: 8358102CS6585N.

Esta vivienda cuenta con instalación eléctrica antigua, por lo que se realizará una renovación de esta.

Las instalaciones solar fotovoltaica y térmica se situarán en cubiertas de la vivienda. El objetivo será realizar nuevas instalaciones adaptando la vivienda a las necesidades actuales de energías renovables.

1.3. Alcance del proyecto.

El proyecto concretará las siguientes instalaciones:

- Instalación eléctrica de la vivienda.
- Instalación solar fotovoltaica.
- Instalación agua caliente sanitaria solar
- Instalación recogida de agua de lluvia.

Se procederá a anular la instalación eléctrica existente e instalar una nueva, siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión actualizado.

Este proyecto tratará también de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de la vivienda unifamiliar e instalación solar térmica. Así como el estudio de nuevas instalaciones que puedan ayudar a la adaptación sostenible de la vivienda.

Gracias a estas instalaciones se logrará contribuir al efecto invernadero consiguiendo ayudar al medio ambiente puesto que se estaría produciendo energía renovable, lo que provocaría una reducción de las emisiones de CO₂ y la contaminación.

Al tratarse de una vivienda vacacional, no va a estar en uso todos los días del año ni durante todas las horas del día, de igual forma que no siempre tendrá el mismo número de huéspedes. La idea principal será sobredimensionar la instalación, es decir, utilizar todo el espacio disponible de la cubierta y poner las máximas placas posibles, realizar una instalación fotovoltaica para que sobrepase la producción de potencia necesaria.

Y todo el excedente será inyectado a la red eléctrica. De tal forma que en el caso de que sea necesario el uso de electricidad de esta red, se aplicaría un descuento en la factura. Así como en un futuro, si el cliente lo requiere, agregar la instalación de acumulación de la energía generada en baterías.

1.4. Normativas y referencias.

1.4.1. Normativas.

Para el desarrollo del proyecto se ha tenido en cuenta los siguientes reglamentos y normas:

- Norma UNE 157001:2014, criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto publicado en el B.O.E. Nº 224 del 18 de septiembre de 2002.
- Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de enlace de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias publicado en el BOC
- Decreto 161/2006, de 8 de noviembre, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- 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 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.

- Artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión
- 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 477/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba la concesión directa de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.
- Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
- Orden de 19 de mayo de 2010, por el que se aprueba las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- ITC-BT-10 Previsión de cargas para suministros en Baja Tensión.
- ITC-BT-12 Instalaciones de enlace. Esquemas.
- ITC-BT-15 Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.
- ITC-BT-17 Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales demando y protección. Interruptor de control de potencia.
- ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-21 Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
- ITC-BT-22 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra Sobre intensidades.

- ITC-BT-23 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra Sobretensiones.
- ITC-BT-24 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
- ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- 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 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

1.4.2. Referencias.

- Cálculos de caídas de tensión. Valores oficiales de conductividad para Cu y Al. (2019) (Consultada en 2022) <https://www.prysmianclub.es/n2-calculos-de-caidas-de-tension-valores-oficiales-de-conductividad-para-cu-y-al/>
- Cálculo de líneas para una instalación fotovoltaica de 5 kW para autoconsumo. (2019) (Consultada en 2022) <https://www.prysmianclub.es/n2-calculos-de-caidas-de-tension-valores-oficiales-de-conductividad-para-cu-y-al/>
- Método de lúmenes. (2019) (Consultada en 2022) <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/metodo-de-lumenes/>
- Calcula cuánta potencia realmente necesitas. (2016) (Consultada en 2022) <http://www.bajatelapotencia.org/la-potencia-que-necesitas/>

1.4.3. Bibliografía.

Para el desarrollo del proyecto se ha hecho uso de libros, webs y textos que se consideran necesarios para la justificación de las soluciones adoptadas:

- GRAFCAN: <https://visor.grafcan.es/visorweb/> (Consultada en 2022).
- Sunny Design: <https://www.sunnydesignweb.com> (Consultada en 2022).
- PVGIS: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ (Consultada en 2022).
- Generador de precios, CYPE: <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0> (Consultada en 2022).
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. (Consultada en 2022).
- Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión. (Consultada en 2022).
- SMA Ibérica: <https://www.sma-iberica.com/> (Consultada en 2022).
- Canadian Solar: <https://www.canadiansolar.com/> (Consultada en 2022).

- Endesa: <https://zonaprivada.endesadistribucion.es/es-ES/> (Consultada en 2022).
- Boletín Oficial del Estado (BOE): <https://www.boe.es/> (Consultada en 2022).
- AgroCabildo: <https://www.agrocabildo.org/> (Consultada en 2022).
- Climate-Data: <https://es.climate-data.org/> (Consultada en 2022).
- Disano Illuminazione: <http://www.disano.it/it/home> (Consultada en 2022).

1.5. Software utilizado.

En este apartado se incluye los programas y herramientas que han sido utilizadas durante el desarrollo del proyecto.

- Microsoft Word: Software de procesamiento y tratamiento de textos.
- Microsoft Excel: Aplicación de hojas de cálculo que permite trabajar con datos numéricos.
- AutoCAD: Software de diseño para la elaboración de planos.
- DIALux: Software utilizado para el cálculo de luminarias a instalar en las estancias.
- Arquímedes (Cype): Aplicación para la elaboración de presupuestos.
- CYPE Ingenieros. Generador de precios: Software informático para obtener costes ajustados a la realidad. Para la realización de presupuestos.
- Visor GRAFCAN: Visor gratuito de Islas Canarias. Utilizado para obtener los mapas necesarios de ubicación o aclaraciones que se han adjuntado en el proyecto.
- PVGIS: Software que proporciona información sobre la radiación solar y el rendimiento del sistema fotovoltaico. para la elaboración de la planta fotovoltaica.
- Photoshop: Software de edición de fotografías, utilizado para las simulaciones de las instalaciones realizadas.

1.6. Descripción de la vivienda.

La vivienda se encuentra en el municipio de Tegueste en Tenerife, cuenta con una superficie total de 86,35m² construidos divididos en 3 plantas y cuenta con:

- Dos habitaciones.
- Un baño.
- Cocina.
- Comedor / Sala de estar.
- Espacio de almacenaje
- Terraza.
- Espacio de lavadora.

En la planta baja encontramos la entrada de la vivienda y el espacio de la lavadora, así como las escaleras de acceso a la primera planta.

En la primera planta tenemos la cocina, terraza, comedor / sala de estar y un pequeño distribuidor con espacio de almacenaje y escalera de acceso a la siguiente planta.

En la segunda planta encontramos el baño y las dos habitaciones conectadas por un pasillo.

La distribución de a vivienda por plantas y su superficie total quedan definidos de la siguiente forma:

Espacio	Superficie (m)	Planta
Entrada	7,66	Baja
Cocina	6,40	Primera
Terraza	18,97	Primera
Comedor / Sala de estar	12,06	Primera
Zona Almacén	5,10	Primera
Pasillo	4,89	Segunda
Baño	4,37	Segunda
Dormitorio principal	13,17	Segunda
Dormitorio 2	13,73	Segunda

Tabla 1. Distribución de la vivienda.



Figura 1. Exterior de la vivienda.

1.7. Emplazamiento.

La vivienda en la que se realizarán las instalaciones se sitúa en el barrio de Las Toscas, Carretera General La Laguna Punta Hidalgo, TF-13, 270, en el municipio de Tegueste en Tenerife (28.523,-16.345). Como muestran las siguientes imágenes.

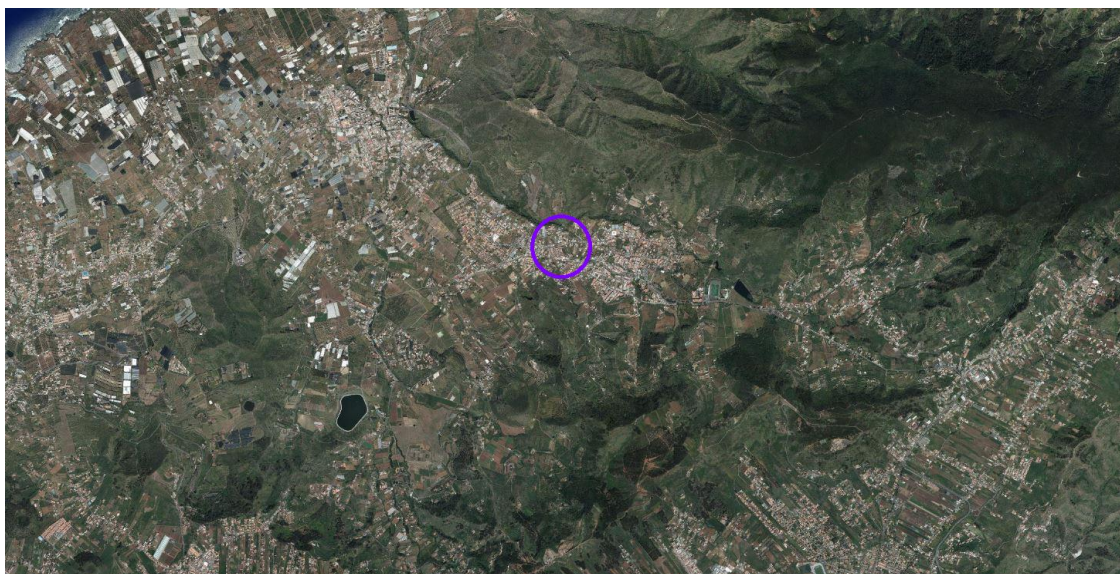


Figura 2. Ampliación mapa zona noreste Tenerife.



Figura 3. Parcela de la vivienda.

1.8. Análisis del diseño.

1.8.1. Instalación en baja tensión.

En este apartado se dará explicación a los cálculos realizados en el “Anexo I. Instalación Baja Tensión.”, en el cual se encuentra desarrollado cómo se realizará la instalación de baja tensión de la vivienda con los circuitos individuales para cada propósito del montaje.

La instalación eléctrica está compuesta por las siguientes partes:

- La acometida, la cual es la parte de la línea que conecta la red eléctrica de la operadora con el primer elemento de la instalación (Caja general de protección y medida). Para esta vivienda, al tener una instalación antigua la cual se anulará, no será necesario calcular la acometida, pues ya se encuentra instalada.
- La caja general de protección y medida (CPM), esta se coloca en instalaciones con un único cliente o vivienda. En ella se encuentran los fusibles que protegen la línea y el cuadro de contadores. En este caso se montará un contador bidireccional de 45A puesto que se instalará una planta fotovoltaica que cuenta con una capacidad de producción de 4150W la cual verterá el excedente de energía que no se consuma a la red.
- La derivación individual (DI), es la unión entre la caja general de protección y medida y el Cuadro general de mando y protección. Está diseñada según lo establecido en la ITC-BT-15. Se tiene una acometida subterránea por lo que la derivación individual de la misma será un conductor XLPE3 bajo tubo en el

interior de un conducto de fábrica con una sección de 10mm^2 . La caída de tensión no puede ser superior al 1,5%. El desarrollo de los cálculos se encuentra en el "Anexo I. Instalación Baja Tensión".

- Cuadro general de mando y protección (CGMP). Está diseñado según la ITC-BT-17. En él se encuentra el ICP (interruptor de corte de la línea de todo el circuito), el diferencial (protege a las personas de contactos indirectos) y el resto de interruptores magnetotérmicos que controlan los circuitos de la vivienda. Se tendrá un magnetotérmico por cada circuito: Alumbrado, con un interruptor de 10 A y cuyo conductor tendrá una sección de $1,5\text{mm}^2$; Circuito de fuerza, con un interruptor de 16 y sección del conductor de $2,5\text{mm}^2$; Otro para el circuito de la vitrocerámica de 25 A y conductor de sección de 6mm^2 ; Para el termo eléctrico y lavadora se tendrá un interruptor de 25 A y conductor con sección de 4mm^2 ; Para el baño se tendrá de 16 A y sección de conductor de $2,5\text{mm}^2$; y por último, el circuito del aire acondicionado, se será más restrictivo de manera que quede más protegido y se pondrá un interruptor de 16 A, cuyo conductor tendrá una sección de $1,5\text{mm}^2$.

Se encontrará situado en la estancia "Sala de estar/comedor" a una altura de 1,70m, en "Planos" se encuentra el plano unifilar donde se especifica su diseño y el plano donde se sitúa físicamente el cuadro.

- Circuitos interiores. Parte de la línea que se encarga de alimentar los diferentes receptores (iluminación, fuerza, etc.). Cada uno de ellos estará formado por tres cables unipolares, amarillo-verde (tierra), marrón o negro (fase) y azul (neutro). Contarán con un aislamiento XLPE y se situarán en el interior de tubos corrugados de tamaños dependiendo de las secciones de los cables.
- Puesta a Tierra. Toda parte metálica que forme parte de los circuitos contará un conductor de protección derivados a tierra.

1.8.2. Generadores fotovoltaicos.

La instalación contará con una planta fotovoltaica situada en una de las cubiertas de la vivienda. Esta planta está diseñada para alimentar de manera suficiente a la vivienda durante el día, produciendo un excedente que se volcará a red para generar así un posible beneficio al cliente o para que pueda solicitar más potencia a la red en caso de que sea necesario.

Esta instalación fotovoltaica corresponde a la modalidad de autoconsumo con excedentes definida en al artículo 4.1.a) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre:

"b) Modalidades de suministro con autoconsumo con excedentes. Cuando las instalaciones de generación puedan, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor".

En este caso el sujeto consumidor y el productor previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, coinciden en un mismo sujeto.

Se propone para esta instalación la modalidad de suministro con autoconsumo individual con excedentes acogida a compensación, según se define en el Artículo 4 del RD 244/2019.

A partir de la guía profesional aportada por el IDAE para la tramitación del autoconsumo, se establece que, para poder acogerse a compensación económica por parte de las operadoras, la instalación debe cumplir que sea de origen renovable y la potencia sea inferior a 100 kW. En este caso, la energía procedente de la instalación de autoconsumo excedente, es decir, que no sea consumida instantáneamente o almacenada por los consumidores asociados, se inyecta directamente a la red. Cuando los consumidores precisan más energía de la que les proporciona la instalación de autoconsumo, comprarán la energía a la red al precio estipulado en su contrato de suministro.

1.8.2.1. Ubicación de los módulos fotovoltaicos.

La cubierta en la que se realizará la instalación y estarán situados los módulos se encuentra en la parcela del cliente. Tiene una superficie aproximada de $23,5\text{m}^2$, formada por plancha de fibrocemento.



Figura 4. Área superficie instalación FV.

1.8.2.2. Módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos o captadores solares serán los responsables de transformar la irradiación solar en energía eléctrica en forma de corriente continua que más tarde se convertirá a alterna.

Los módulos instalados en el presente proyecto deberán de cumplir los siguientes requisitos:

1. Han de estar diseñados y contruidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación vigente en Europa.
2. Se procurará que la relación Precio/Wp sea lo más baja posible.
3. Características eléctricas adecuadas: La tensión de máxima potencia, de circuito abierto, corriente de cortocircuito, máxima potencia y pico de cada placa sean lo más similares posible, procurando que se cumpla una tolerancia de estos parámetros de un 3% para grandes instalaciones y un 5% para pequeñas.
4. TONC lo más bajo posible
5. Facilidad de interconexión de módulos
6. Facilidad de fijación del módulo a estructura soporte

Los módulos fotovoltaicos quedan definidos por sus características técnicas, siendo la fundamental la potencia. Se define la “potencia pico” de un módulo fotovoltaico como la potencia máxima de dicho módulo en las Condiciones Estándar de Medida (STC).

La instalación dispondrá de módulos fotovoltaicos iguales (del mismo modelo) para, de esta forma, conseguir una mejor eficiencia.

Los módulos seleccionados son el modelo HiKu Mono CS3N-415 de la marca CANADIAN SOLAR, el cual cuenta con una eficiencia de 20,4%. En la siguiente imagen se muestran las características del panel:

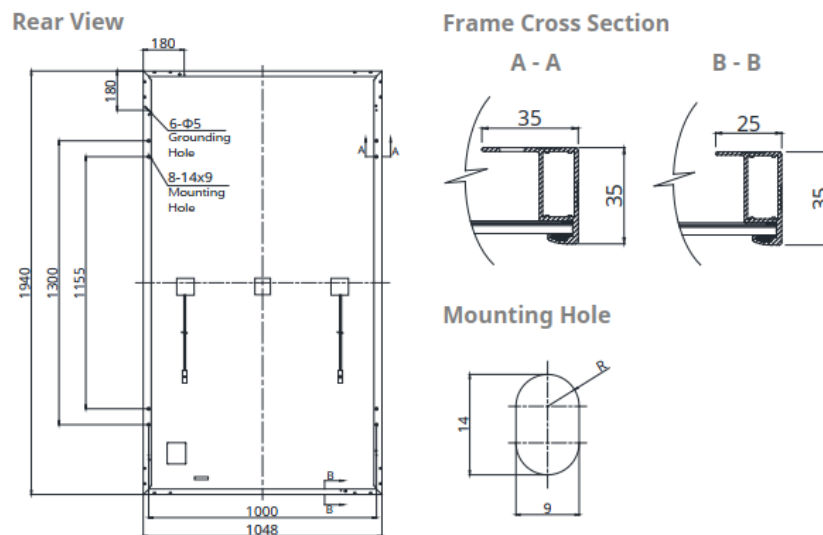


Figura 5. Panel fotovoltaico.

Las dimensiones del panel solar son de 1940 mm de largo, 1048 mm de ancho y 35 mm de grosor.

El área de cada panel es de $2,03\text{m}^2$, por lo que en la cubierta elegida caben 10 paneles. Cada uno de estos paneles cuenta con una capacidad máxima de producción de 415 W, lo que hace un total de 4150 W. Los paneles se conectarán en dos filas en serie de 5 paneles cada una al inversor.

1.8.2.3. Orientación, inclinación y separación entre filas de los módulos.

Teniendo en cuenta la cubierta en la que se situarán los paneles, se colocarán apuntando de la manera más directa posible hacia el sur. De esta forma se recibirá la máxima cantidad de irradiación solar a lo largo del día.

Para conocer el ángulo y la inclinación más adecuado para la instalación, se ha hecho uso del software PVGIS.

La orientación de los paneles fotovoltaicos viene dada por el ángulo de azimut. Para determinar la orientación se sitúa el ángulo azimut con 0° hacia el sur, de esta manera, los ángulos positivos estarán a la izquierda de este, y los negativos a la derecha.

En este caso, la cubierta tiene sobre este ángulo una inclinación de 20° , por lo que se seguirá el ángulo en el que está orientada para realizar la instalación.

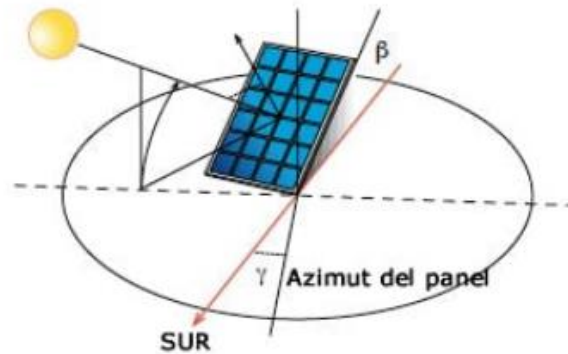


Figura 6. Orientación azimutal.

La inclinación de los paneles es el ángulo que forman estos con respecto a la horizontal. Se hace uso de nuevo el software PVGIS y se observa que, teniendo en cuenta el ángulo azimut y la localización en la que se encuentra la instalación, el software recomienda una inclinación de 24° sobre la horizontal.

Finalmente, puesto que la cubierta ya cuenta con una inclinación de 5° , se decide que la instalación irá directamente sobre la cubierta quedando así la inclinación con ese valor.

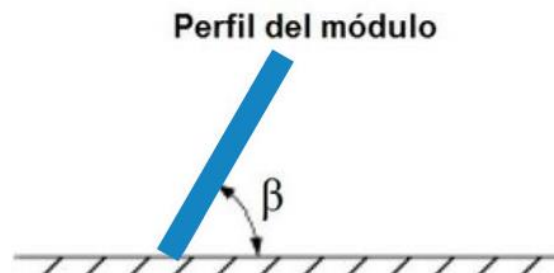


Figura 7. Ángulo inclinación panel solar.

El cálculo de la distancia entre una fila y la siguiente tiene importancia ya que se pueden crear proyecciones de sombra en la fila posterior, lo que repercutirá en el rendimiento de los paneles afectados y por lo tanto en la instalación.

Como se puede ver en el “Anexo II. Instalación Solar Fotovoltaica.”, con las dimensiones de la cubierta, no es posible realizar esta separación. Por lo tanto, la instalación se realizará directamente sobre la cubierta, cuya inclinación es de 5° sobre la horizontal.

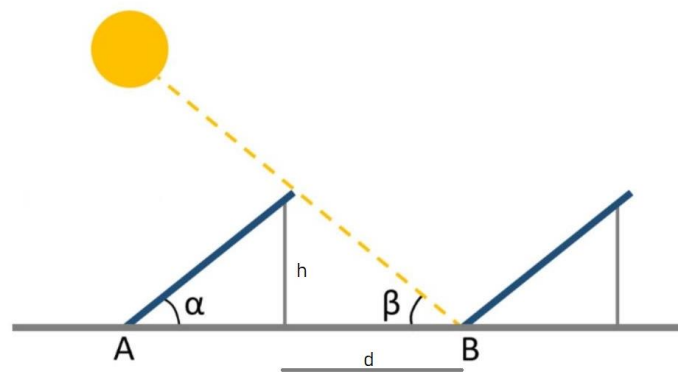


Figura 8. Distancia de colocación entre filas de paneles solares.

1.8.2.4. Estructura soporte paneles.

La cubierta de la vivienda donde irán instalados los paneles es de plancha de fibrocemento. Para una correcta instalación de los paneles se usará una estructura para su fijación en la cubierta. Se utilizarán 10 unidades de estructuras de fijación para techo coplanar y colocación vertical (CYM-TIV) con fijación a la cubierta de aluminio anodizado. Los módulos estarán sujetos a la estructura por su lado más corto.

La estructura ha de resistir con los módulos instalados las sobrecargas del viento.



Figura 9. Estructura soporte paneles.

La distribución de los módulos se encuentra detallado en el plano correspondiente. En la siguiente imagen se puede observar una simulación de la ubicación y distribución de los paneles solares en la cubierta inclinada.



Figura 10. Simulación de ubicación de los paneles solares sobre cubierta.

1.8.2.5. Inversor.

El inversor es un componente fundamental para las instalaciones fotovoltaicas. Es el encargado de convertir la corriente continua que generan los paneles fotovoltaicos a la corriente alterna que alimentará la vivienda con una tensión de 230 V y 50 Hz.

El inversor seleccionado es el SUNNY BOY 4.0 de la marca SMA. con una capacidad de entrada de 4000 W. Al cual se le conectarán dos strings con 5 paneles en serie cada uno.



Figura 11. Inversor SUNNY BOY 4.0

Debe cumplir los siguientes requisitos básicos:

1. Está diseñado y construido de forma que cumple toda la normativa de homologación vigente en Europa.
2. Permite la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, evitando el funcionamiento en isla.

3. Debe actuar como controlador permanente de aislamiento para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de resistencia de aislamiento.

Este inversor ofrece la potencia suficiente para nuestra instalación. Su instalación es sencilla, ya que es de peso ligero y de fácil conexión del cableado.

Technical data	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0
Input (DC)				
Max. DC power (at $\cos \phi = 1$)	3200 W	3880 W	4200 W	5250 W ¹⁾
Max. input voltage	600 V			
MPP voltage range	110 V to 500 V	130 V to 500 V	140 V to 500 V	175 V to 500 V
Rated input voltage	365 V			
Min. input voltage / initial input voltage	100 V / 125 V			
Max. input current input A / input B	15 A / 15 A			
Max. input current per string input A / input B	15 A / 15 A			
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2 / A:2; B:2			
Output (AC)				
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W ²⁾
Max. apparent power AC	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA ²⁾
Nominal AC voltage / range	220 V, 230 V, 240 V / 180 V to 280 V			
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz to +5 Hz			
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V			
Max. output current	16 A	16 A	22 A ³⁾	22 A ³⁾
Power factor at rated power	1			
Adjustable displacement power factor	0.8 overexcited to 0.8 underexcited			
Feed-in phases / connection phases	1 / 1			
Efficiency				
Max. efficiency / European Efficiency	97.0% / 96.4%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.5%

Tabla 2. Datos inversor SUNNY BOY 4.0

El inversor estará situado en un espacio debajo de las escaleras de la entrada, de manera que quede protegido de las inclemencias del tiempo. En la siguiente imagen se puede ver una simulación de su localización.



Figura 12. Simulación de ubicación del inversor.

1.8.2.6. Cableado.

El cableado es el encargado de transportar la corriente continua generada por los paneles hacia el inversor para ser transformada por él en corriente alterna, y de ahí al ICP para alimentar la vivienda.

Se montarán conductores de cobre con aislante XLPE. Para la parte de corriente continua (generadores fotovoltaicos-inversor) tendrán una sección de 4mm^2 , de manera que no tenga caídas de tensión mayores a las permitidas, 1,5%. Para la parte de corriente continua (Inversor-conexión de red) tendrán una sección de 6mm^2 , evitando también que no supere el 1,5% permitido de caídas de tensión para este tramo.

1.8.2.7. Protecciones.

Se incorpora un sistema de protecciones para corriente alterna y corriente continua que cumple todas las consideraciones técnicas y de seguridad expuestas en el Real Decreto 244/2019 y en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas, así como normas de aplicación.

Los componentes que se emplearán para la protección de la instalación estarán situados en un espacio debajo de las escaleras de la entrada, ya que aquí se encontrarán aislados de las inclemencias del tiempo.

En el CGMP se colocará un ICP entre la energía que produzca la planta generadora y el ICP de la vivienda. De esta forma, en caso de que se produzca algún problema en los generadores, se podría cortar la fuente directamente desde el interior de la casa, sin necesidad de acceder al espacio debajo de las escaleras, y alimentar de esta forma con la potencia de la red la vivienda.

Las protecciones de la planta se componen de:

- Un magnetotérmico para el inversor de 25 A.
- Un interruptor diferencial para proteger de contactos indirectos de personas.
- Un limitador contra sobretensiones.
- Fusibles para proteger los componentes de la instalación.

1.8.3. Puesta a tierra.

Al ser una instalación antigua, se ha diseñado una nueva puesta a tierra.

Se ha hecho uso de la ITC-BT-18. El desarrollo de este cálculo se encuentra en el "Anexo III. Puesta a Tierra."

Se instalará una pica con un conductor desnudo enterrado de sección 35mm^2 con una longitud de 1,5 m.

1.8.4. Iluminación.

Para la iluminación que tendrá el interior de la vivienda, no existe una normativa en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para la regulación de la iluminación media que tienen que tener las estancias. Por lo que se hace uso de datos establecidos por distintos usuarios.

Se han usado dos tipos diferentes de luminarias. Una para iluminar el baño desde el espejo y otra para el resto de la casa.

Entrada:

La entrada está compuesta por la escalera de acceso a la vivienda y una zona debajo de esta para la lavadora. Tendrá un objetivo de iluminación de 100 lux, para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11W.

Cocina:

La cocina será un lugar de trabajo, por lo que es necesario que tenga una buena iluminación media mantenida. En este caso se recomienda entre 150-200 lux, para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11 W.

Sala de estar/comedor:

Para esta estancia se iluminará la zona enfocando una de las luminarias en el área en la que se situará la mesa. En este caso se recomienda de 150 lux, para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11 W.

Zona de almacén:

Esta estancia se trata de un pequeño distribuidor compuesto por la escalera de acceso a la planta alta y una zona debajo de ésta para almacenaje. Tendrá un objetivo de iluminación de 100 lux, para ello se instalará una “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia de 11 W.

Pasillo:

Será una zona poco habitada. Al ser una zona de tránsito y no requerir una iluminación media mantenida muy alta, se establecen 100 lux. Para ello se instalará una “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia de 11 W.

Baño:

Será el baño principal y único de la vivienda. Para este tipo de estancias se recomienda una iluminación media mantenida de 200 lux. Para ello se instalará una “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia de 11 W para el alumbrado general del baño y una “Disano 420 Rigo” con una potencia de 8 W para la iluminación del área del espejo.

Dormitorio principal:

Esta estancia será el dormitorio principal de la vivienda. El objetivo de iluminación media mantenida en este tipo de estancia se sitúa entre 50-100 lux. Para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11 W.

Dormitorio 2:

Esta estancia será el segundo dormitorio de la vivienda. Al igual que en el dormitorio principal, el objetivo de iluminación media mantenida en este tipo de estancia se sitúa entre 50-100 lux. Para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11 W.

1.8.5. Agua Caliente Sanitaria Solar.

Para la instalación de A.C.S. se tiene en cuenta lo estipulado en el Documento Básico HE4 de Ahorro de Energía.

Para este caso, vivienda vacacional, se determinará un uso de 28l/día por persona. Se ha calculado que, de media, la vivienda cuenta con una ocupación de 3 huéspedes, por lo que se seleccionará un acumulador para el uso de 4 personas (al menos 112 litros).

Para este proyecto se usará el termosifón modelo “Compac ECO 150” de 150 litros, del fabricante GEA 316.



Figura 1313. Termosifón Compac ECO 150

El lugar de instalación del termosifón se encuentra a 7 metros sobre el nivel de la entrada de agua de la vivienda, esto hará que el agua del suministro público llegue con presión de agua suficiente para alimentar el termosifón y no hará falta la instalación de bombas para la circulación de agua.

La instalación del termosifón se realizará en una de las cubiertas de la vivienda.

1.8.6. Recogida agua de lluvia.

Una vez analizados los datos estudiados en el “Anexo VII. Recogida de Lluvias.”, se descarta la instalación de recogida de agua de lluvia para su futuro uso en el agua de WC. Puesto que no se considera que exista, en la zona en la que se encuentra situada la vivienda, una precipitación suficiente para la amplitud de la instalación. Ni un aprovechamiento real de las precipitaciones para el uso que se quiere dar.

Como idea de mejora para la instalación sería cambiar su uso y, añadiendo el agua resultante de la ducha a la recogida por la lluvia, usarla para el regadío de jardines, en el caso de que en un futuro la vivienda cuente con ellos.

1.9. Presupuesto.

El valor de este presupuesto considerando todas las instalaciones realizadas, instalación baja tensión de la vivienda de electrificación elevada, instalación de generadores fotovoltaicos e inversor, estudio de iluminación y luminarias, puesta a tierra y montaje de termosifón, asciende a un total de 14831,34€.

El presupuesto se encuentra desarrollado en el “Presupuesto” .

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS.

ANEXO I. Instalación Baja Tensión.....	42
2.1.1. Potencia total de la instalación.....	42
2.1.2. Cálculos justificativos.....	45
2.1.2.1. Cálculo de intensidad.....	45
2.1.2.2. Cálculo de la caída de tensión.....	45
2.1.2.3 Cálculo de las protecciones	46
2.1.2.3.1. Protección contra sobrecargas.....	47
2.1.2.3.2. Protección contra cortocircuitos.....	47
2.1.3. Dimensionado de la instalación.....	47
2.1.3.1 Derivación individual	47
2.1.3.2 Protección contra cortocircuitos.....	48
2.1.3.3 Caída de tensión:.....	49
ANEXO II. Instalación Solar Fotovoltaica.....	53
2.2.1. Orientación.....	53
2.2.2. Inclinación.....	53
2.2.3 Separación.....	54
2.2.4 Distribución.....	55
2.2.5 Inversor.....	56
2.2.5.1. Voltaje mínimo (V_{min}).....	58
2.2.5.2. Voltaje máximo ($V_{m\acute{a}x}$).....	58
2.2.6 Sección de cable.....	59
2.2.6.1. Lado en corriente continua.....	59
2.2.6.2. Lado en corriente alterna.....	60
2.2.7 Cálculo de pérdidas.....	62
2.2.7.1 Cálculo de las pérdidas debidas a la orientación e inclinación de los paneles.....	62
2.2.7.2 Pérdidas por el ensuciamiento y dispersión.....	64
2.2.7.3 Pérdidas de potencia en el cableado de Corriente Continua (CC).....	65
2.2.7.4 Pérdidas de potencia en el cableado de Corriente Alterna (CA).....	65
2.2.7.5 Pérdidas por temperatura.....	66
2.2.8. Performance Ratio (PR).....	67

2.2.9. Canalizaciones.....	68
2.2.10. Protecciones.....	71
2.2.10.1. Protección para el tramo 1 (Generadores fotovoltaicos-inversor)	71
2.2.10.2. Protección para el tramo 2 (Inversor-conexión de red)	73
2.2.10.3. Contador bidireccional.	75
ANEXO III. Puesta a Tierra.....	78
2.3. Cálculos Puesta a Tierra.....	78
ANEXO IV. Iluminación.....	80
2.4. Cálculos de Iluminación.....	80
ANEXO V. Agua Caliente Sanitaria Solar.....	101
2.5. Instalación Agua Caliente Sanitaria Solar.....	101
ANEXO VI. Rentabilidad.....	106
2.6. Cálculos rentabilidad de la instalación.....	106
ANEXO VII. Recogida de llluvias.....	113
2.7. Recogida de agua de lluvia.....	113
2.7.1 Diseño.....	113
2.7.2 Funcionamiento	113
2.7.3 Estudio precipitaciones	114
2.7.4 Situación climática Municipio de Tegueste.	116
2.7.5 Conclusión	117
ANEXO VIII. Estudio básico de Seguridad y Salud.....	120
2.8. Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	120
2.8.1. Objeto.	120
2.8.2. Condiciones de las instalaciones.	121
2.8.3. Actividades a realizar.	121
2.8.4. Análisis de los riesgos.....	122
2.8.4.1. Trabajo en altura.....	122
2.8.4.2. Transporte de material.....	124
2.8.4.3. Montaje de componentes.....	126
2.8.4.4 Herramientas manuales.....	128
2.8.4.5. Uso de andamios, plataformas elevadoras y escaleras móviles.....	129
2.8.4.6. Trabajos en tensión.	131

2.8.4.7. Trabajos próximos a elementos en tensión.	132
2.8.4.8. Trabajos sin tensión.....	134
2.8.5. Mantenimiento y uso de los equipos de protección.	136
2.8.6. Medidas de emergencia.....	136
2.8.6.1. Primeros auxilios.	137
2.8.6.2. Medio de auxilio.....	137
2.8.6.3. Asistencia a los accidentados.....	138
2.8.7. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.....	139
ANEXO IX. Hoja de datos.....	142
2.9.1. Catálogos Instalación Fotovoltaica.....	142
2.9.1.1. Ficha técnica módulo Canadian Solar 415W.....	142
2.9.1.2. Ficha técnica Inversor SMA SUNNY BOY 4.0.....	144
2.9.1.3. Ficha técnica fusible.....	148
2.9.1.4. Ficha técnica interruptor sobretensiones.....	150
2.9.1.5. Ficha técnica interruptor magnetotérmico.....	152
2.9.1.6. Ficha técnica interruptor automático diferencial.....	155
2.9.1.7. Ficha técnica Contador bidireccional.....	158
2.9.2. Catálogos Agua Caliente Sanitaria Solar.....	160
2.9.2.1. Ficha técnica Termosifón Compac ECO 150.....	160

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO I

Instalación Baja Tensión

ÍNDICE ANEXO I. Instalación Baja Tensión

2.1.1. Potencia total de la instalación.....	42
2.1.2. Cálculos justificativos.....	45
2.1.2.1. Cálculo de intensidad.....	45
2.1.2.2. Cálculo de la caída de tensión.....	45
2.1.2.3 Cálculo de las protecciones	46
2.1.2.3.1. Protección contra sobrecargas.	47
2.1.2.3.2. Protección contra cortocircuitos.....	47
2.1.3. Dimensionado de la instalación.....	47
2.1.3.1 Derivación individual	47
2.1.3.2 Protección contra cortocircuitos.....	48
2.1.3.3 Caída de tensión:.....	49

Índice de figuras.

Figura 1.1. Esquema de caída de tensión para único usuario.

Índice de tablas.

Tabla 1.1. Consumo circuito C1
Tabla 1.2. Consumo circuito C2
Tabla 1.3. Consumo circuito C3
Tabla 1.3. Consumo circuito C3
Tabla 1.4. Consumo circuito C4
Tabla 1.5. Consumo circuito C5
Tabla 1.6. Consumo circuito C9
Tabla 1.7. Características eléctricas de los circuitos.
Tabla 1.8. Límites de caídas de tensiones reglamentarias.
Tabla 1.9. Intensidad admisible para cables no enterrados.
Tabla 1.10. Protecciones contra cortocircuitos.
Tabla 1.11. Caída de tensión.

2.1.1. Potencia total de la instalación.

Para realizar el cálculo del consumo de la vivienda, se ha hecho uso de la normativa ITC-BT-25 del reglamento de baja tensión, en el cual se especifica el número de circuitos y sus características para instalaciones interiores. A continuación, se establecerá el consumo por circuito previsto:

C1: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

Zona	Cantidad	Consumo (W)	Consumo total (W)
Entrada	2	11	22
Cocina	2	11 y 11	22
Terraza	2	11	11
Sala estar/comedor	2	11	22
Zona Almacén	1	11	11
Baño	2	11 y 8	19
Pasillo	1	11	11
Dormitorio principal	2	11	22
Dormitorio 2	2	11	22

Tabla 3.1. Consumo circuito C1.

C2: Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

Uso	Consumo (W)
Nevera	250
Microondas con grill	1000
Extractor	65
Tostadora	550
Televisión	200W
Wifi	10W
Ordenador portátil	100W
Plancha	1200W
Lámpara de noche x5	10W

Tabla 1.2. Consumo circuito C2.

C3: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar cocina y horno.

En este caso no se tendrá en cuenta el horno, ya que no es necesario en la normativa de viviendas vacacionales al contar ya con un microondas.

Uso	Consumo
Vitrocerámica	2000W

Tabla 1.3. Consumo circuito C3.

C4: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

Uso	Consumo
Lavadora	1500W
Termo eléctrico	2000W

Tabla 1.4. Consumo circuito C4.

C5: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

Uso	Consumo
Secador de pelo	1500W

Tabla 1.5. Consumo circuito C5.

C9: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de aire acondicionado cuando existe previsión de este.

Para la instalación de aire acondicionado: mirar la potencia frigorífica por volumen. y calcular lo que debe tener el aire acondicionado.

- Habitación 1: $13,17\text{mm}^2 \cdot 100 \text{ frigorías} = 1317\text{W}$. En esta habitación también elegiremos un Split de 1500W.
- Habitación 2: $13,73\text{mm}^2 \cdot 100 \text{ frigorías} = 1373\text{W}$. En esta habitación también elegiremos un Split de 1500W.

Potencia total: 3000W

Uso	Consumo
Aire acondicionado x2	3000W

Tabla 1.6. Consumo circuito C9.

Haciendo uso de la normativa ITC-BT-25 del REBT, y teniendo en cuenta el consumo por circuito de la vivienda expuesto en el punto anterior, se determinan los puntos de uso de cada Circuito, la sección que tendrán los conductores y el diámetro de los conductos por los que circulan estos. De la “Tabla 1” sacaremos estos datos y basándonos en la “Tabla 2” estableceremos los puntos de utilización de cada circuito. Mostramos los resultados en la siguiente tabla:

Circuito de utilización	Potencia Prevista (W)	F _s	F _u	Tipo de Toma	Interruptor (A)	Puntos de utilización	Conductor – Sección mínima (mm ²)	Conductor – diámetro (mm ²)
C1 (Alumbrado)	179	0.75	0.5	Punto luz	10	16	1,5	16
C2 (Fuerza)	2200	0.2	0.25	Base 16A	16	13	2,5	20
C3 (Vidrocerámica)	1000	0.5	0.75	Base 25A	25	1	6	25
C4 (Lavadora y Termo Eléctrico)	3500	0.66	0.75	Base 16A	20	2	4	20
C5 (Baño)	1500	0.4	0.5	Base 16A	16	1	2,5	20
C9 (Aire Acondicionado)	3000	-	-	Base 25A	16	-	6	25

Tabla 1.7. Características eléctricas de los circuitos.

Para el interruptor automático del circuito C9 para aire acondicionado, según el REBT se establece que debe ser de 25 A.

Haciendo estudio de la intensidad del circuito:

$$P = V \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{3000}{230} = 13,043A$$

Por lo que siendo más restrictivo se utilizará un interruptor de 16 A, de tal forma que estará más protegido.

Se concluye, por tanto, que el consumo habitual de la vivienda será de 3500 W, por lo que con la instalación fotovoltaica debería cubrir el consumo total de la vivienda y poder vender el excedente a la red.

Debido a que se prevé la instalación de aire acondicionado, la vivienda será de electrificación elevada, por lo que se realizarán los cálculos de la instalación de enlace previendo una potencia mínima de 9500 W.

2.1.2. Cálculos justificativos:

2.1.2.1. Cálculo de intensidad.

La intensidad que recorre cada uno de los conductores viene dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\theta} \text{ (A)}$$

Donde:

V: Potencia de la línea.

V: Tensión de la línea (230 V).

cos θ : Factor de potencia de la instalación (1).

2.1.2.2. Cálculo de la caída de tensión.

La caída de tensión de la instalación se halla a partir de la siguiente expresión:

$$e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot V^2}$$

Donde:

L: Longitud más desfavorable de la línea.

P: Potencia de la línea.

γ : Conductividad del cable.

S: Sección del cable.

V: Tensión de la línea (230 V).

La conductividad del cobre a 20° es de 58m/ Ω *mm², puesto que la temperatura de operación de los cables será de 70°C, la conductividad resultante será la siguiente:

$$\gamma = 1,02 \cdot \frac{1}{\frac{1}{58} \cdot (1 + 0,00393 \cdot (70 - 20))} = 49,44421 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

Según es detallado en el “Anexo 2” de la Guía del Reglamento Básico de Baja Tensión, los límites reglamentarios de las caídas de tensión, detallados en las ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19, son los que se muestran en la tabla a continuación:

Parte de la instalación	Para alimentar a	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro
LGA (Línea General de Alimentación)	Suministros de un Único usuario	No existe LGA
DI (Derivación Individual)	Suministros de un Único usuario	1,50%
Circuitos Interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%

Tabla 1.8. Límites de caídas de tensiones reglamentarias.

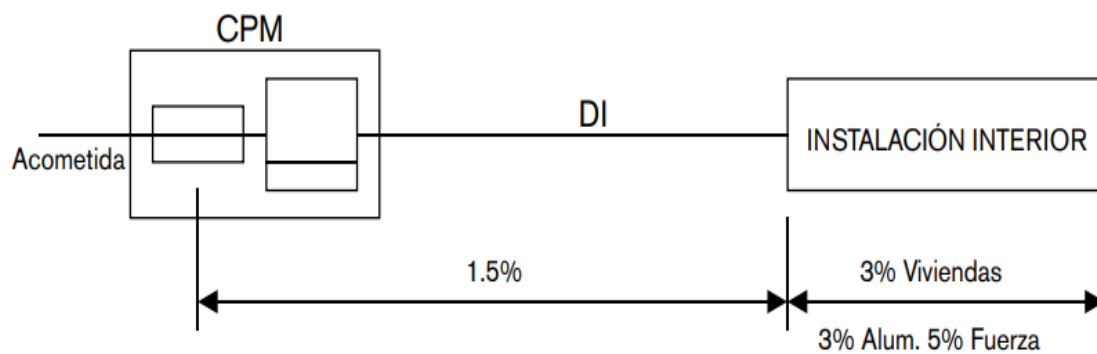


Figura 14.1. Esquema de caída de tensión para único usuario.

2.1.2.3 Cálculo de las protecciones

Para conocer qué tipo de protecciones se deben instalar en el montaje, es preciso saber la corriente de cortocircuito. Según el “Anexo 3” del REBT, se obtiene con:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot V}{R_{cc}} \text{ (A)}$$

Donde:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito.

V : Tensión de alimentación.

R_{cc} : Resistencia del conductor.

2.1.2.3.1. Protección contra sobrecargas.

Las características de funcionamiento del dispositivo que protege contra sobrecargas debe satisfacer el siguiente requisito:

$$I_b < I_n < I_z$$

Donde:

I_b : Intensidad para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

I_n : Intensidad asignada al dispositivo de protección.

I_z : Intensidad admisible del cable (ITC-BT-19).

2.1.2.3.2. Protección contra cortocircuitos.

Las características de funcionamiento de la línea de protección contra cortocircuito deben cumplir el siguiente requisito:

$$P_{dc} > I_{cc}$$

Donde:

P_{dc} : Poder de corte de los elementos de protección.

2.1.3. Dimensionado de la instalación:

2.1.3.1 Derivación individual

Como anteriormente se ha comentado en el apartado 1, la potencia que consumirá la potencia estará en torno a 3500 W pero, debido a que se prevé la instalación de aire acondicionado, se realizará el dimensionado con una potencia de electrificación elevada de 9200 W.

Por tanto, la intensidad del conductor será:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\theta} = \frac{9200W}{230V \cdot 1} = 40^a$$

La acometida de la vivienda es subterránea por lo que la derivación individual de la misma será un cable bajo tubo en el interior de un conducto de fábrica: método de instalación B2 (Tabla 52-1B; UNE 20.460-5-523:2004 de la ITC-BT-19). Tipo de aislamiento y número de conductores cargados:

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590

Tabla 1.9. Intensidad admisible para cables no enterrados.

$$I_{adm} > I_{cond}$$

$$52A > 40A$$

Como se indica previamente, la pérdida de tensión para la derivación individual se debe encontrar por debajo del 1,5%.

$$e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 9200W}{49,444 \cdot 10 \cdot 230^2} = 0,0127 \cdot 100 = 1,27\% < 1,5\%$$

Por lo tanto, para proteger la línea contra sobrecargas se instalará un fusible NH-00 de 42A

$$40A < 42A < 52A$$

2.3.2 Protección contra cortocircuitos.

Con la finalidad de proteger el circuito, se instalarán magnetotérmicos con un poder de corte de 6kA y una intensidad nominal de funcionamiento particular para cada uno

de los circuitos, el cálculo de la intensidad de corte de cada circuito se realizará por medio de la siguiente expresión nombrada en el apartado 2:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot V}{R_{cc}} (A)$$

Donde: $R_{cc} = R_{(DI)} + R_{(LGA)}$

Como no hay Línea General de Alimentación, $R_{cc} = R_{(DI)} = \gamma \cdot \frac{L}{S} (\Omega)$

Circuito de utilización	Tensión (V)	$\gamma \left(\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right)$	L(m)	S(mm ²)	R(Ω)	I _{cc} (A)	P _{dc} > I _{cc}
C1(Alumbrado)	230	49,444	18	1,5	741,60	0,310	si
C2 (Fuerza)	230	49,444	17	2,5	420,24	0,547	si
C3 (Vitrocerámica)	230	49,444	4	2,5	98,88	2,326	si
C4 (Lavadora y Termo Eléctrico)	230	49,444	14	6	144,20	1,595	si
C5 (Baño)	230	49,444	5	4	77,25	2,977	si
C9 (Aire Acondicionado)	230	49,444	12	2,5	296,64	0,775	si

Tabla 1.10. Protecciones contra cortocircuitos.

2.1.3.3 Caída de tensión:

La caída de tensión en circuitos interiores no puede ser superior al 3%, como se mostró anteriormente, por lo que se realizará el cálculo de cada uno de ellos para comprobar si el dimensionado es correcto.

$$e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot V^2}$$

Circuito de utilización	L(m)	P(W)	$\gamma \left(\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right)$	S(mm ²)	Tensión (V)	e%	¿Cumple?
C1 (Alumbrado)	18	179	49,444	1,5	230	0,164	si
C2 (Fuerza)	17	2200	49,444	2,5	230	1,144	si
C3 (Vitrocerámica)	4	1000	49,444	2,5	230	0,122	si
C4 (Lavadora y Termo Eléctrico)	14	3500	49,444	6	230	0,624	si
C5 (Baño)	5	1500	49,444	4	230	0,143	si
C9 (Aire Acondicionado)	12	3000	49,444	2,5	230	1,101	si

Tabla 1.11. Caída de tensión.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO II

Instalación Solar Fotovoltaica

ÍNDICE ANEXO II. Instalación Solar Fotovoltaica.

2.2.1. Orientación.....	53
2.2.2. Inclinación.....	53
2.2.3 Separación.....	54
2.2.4 Distribución.....	55
2.2.5 Inversor.....	56
2.2.5.1. Voltaje mínimo (V_{min}).....	58
2.2.5.2. Voltaje máximo ($V_{m\acute{a}x}$).....	58
2.2.6 Sección de cable.....	59
2.2.6.1. Lado en corriente continua.....	59
2.2.6.2. Lado en corriente alterna.	60
2.2.7 Cálculo de pérdidas.....	62
2.2.7.1 Cálculo de las pérdidas debidas a la orientación e inclinación de los paneles.	62
2.2.7.2 Pérdidas por el ensuciamiento y dispersión.....	64
2.2.7.3 Pérdidas de potencia en el cableado de Corriente Continua (CC).....	65
2.2.7.4 Pérdidas de potencia en el cableado de Corriente Alterna (CA).....	65
2.2.7.5 Pérdidas por temperatura.	66
2.2.8. Performance Ratio (PR).....	67
2.2.9. Canalizaciones.....	68
2.2.10. Protecciones.....	71
2.2.10.1. Protección para el tramo 1 (Generadores fotovoltaicos-inversor)	71
2.2.10.2. Protección para el tramo 2 (Inversor-conexión de red)	73
2.2.10.3. Contador bidireccional.	75

Índice de figuras.

- Figura 2.1. Orientación azimutal.
- Figura 2.2. Ángulo inclinación panel solar.
- Figura 2.3. Distancia de colocación entre filas de paneles solares.
- Figura 2.4. Distribución de paneles solares sobre cubierta.
- Figura 2.5. Simulación de ubicación de los paneles solares sobre cubierta.
- Figura 2.6. Simulación de ubicación del inversor.
- Figura 2.7. Sistema de pérdidas OI.
- Figura 2.8. Simulación primer tramo de cableado de continua.
- Figura 2.9. Simulación segundo tramo de cableado de continua.
- Figura 2.10. Simulación cableado de alterna.
- Figura 2.11. Fusible inversor.
- Figura 2.12. Limitador de sobretensiones.
- Figura 2.13. Interruptor magnetotérmico.
- Figura 2.14. Interruptor diferencial.
- Figura 2.15. Contador bidireccional.

Índice de tablas.

- Tabla 2.1. Elección inversor.
- Tabla 2.2. Temperaturas Tegueste.
- Tabla 2.3. Datos distribución.
- Tabla 2.4. Intensidad admisible para cables no enterrados.
- Tabla 2.5. Resumen secciones elegidas.
- Tabla 2.6. Pérdidas máximas debido a la OI y a las sombras.
- Tabla 2.7. Pérdidas por temperatura.
- Tabla 2.8. Coeficientes de rendimiento mensual.
- Tabla 2.9. Diámetro mínimo para cada tramo de cable.
- Tabla 2.10. Relación entre intensidad nominal y el funcionamiento.

2.2.1. Orientación.

La orientación de los paneles fotovoltaicos viene dada por el ángulo de azimut. El azimut solar es el ángulo que forma la línea que une la posición del Sol con el sur o con el norte, dependiendo si se está en el hemisferio norte o sur respectivamente. La orientación más favorable para la instalación de la vivienda es la dirigida al Sur, ya que esta recibirá más radiación a lo largo del día. Para determinar la orientación se sitúa el ángulo azimut con 0° hacia el sur, de esta manera, los ángulos positivos estarán a la izquierda de este, y los negativos a la derecha.

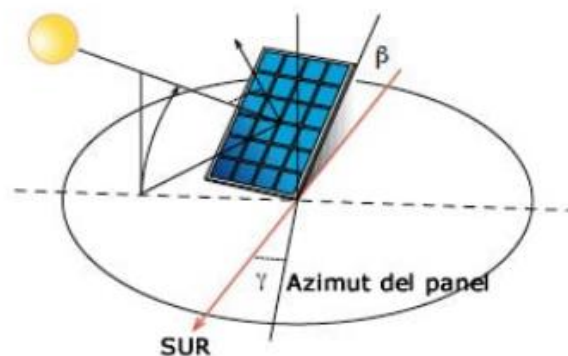


Figura 15.1. Orientación azimutal.

Para esta parte del proyecto se hizo uso del software “PVGIS”. El cual se usa para ayudar a elegir la mejor configuración de los paneles. De la vivienda conocemos la localización (latitud 28.523 , longitud -16.345), con esto es capaz de calcular la orientación óptima para las placas. La. Este software, además, es capaz de calcular la producción mensual de la planta e informar de la radiación solar por mes.

En este caso, la cubierta tiene sobre este ángulo una inclinación de 20° . Se seguirá el ángulo en el que está orientada para realizar la instalación, tanto por estética como para aprovechar el ángulo de inclinación de los paneles.

2.2.2. Inclinación.

El ángulo de inclinación de los paneles es importante para aprovechar al máximo la energía que será producida por los paneles fotovoltaicos.

La inclinación óptima para que el panel pueda concentrar la máxima radiación coincide con la latitud (29°), pero, puesto que la tierra no es completamente curva, se toma un valor de -5° . quedando un ángulo de inclinación de 23° .

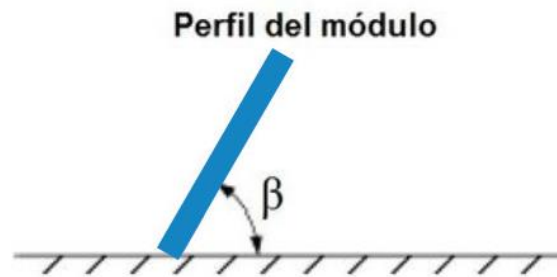


Figura 2.2. Ángulo inclinación panel solar.

La cubierta cuenta con una inclinación de 5°. Haciendo uso de nuevo del software PVGIS se determina la inclinación óptima de los paneles solares. Teniendo en cuenta el ángulo azimut y la localización en la que se encuentra la instalación, el software recomienda una inclinación de 24° sobre la horizontal.

2.2.3 Separación.

Se calculará la distancia entre una fila y la siguiente para evitar la sombra que proyectan. Esta distancia se medirá desde la vertical que proyecta la parte alta del panel delantero hasta la parte inferior del panel trasero.

Este cálculo tiene importancia ya que se pueden crear proyecciones de sombra en la fila posterior, lo que repercutirá en el rendimiento de los paneles afectados y por lo tanto en la instalación. En base al pliego de condiciones técnicas, se usa la siguiente expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})}$$

Donde:

h: altura máxima del objeto.

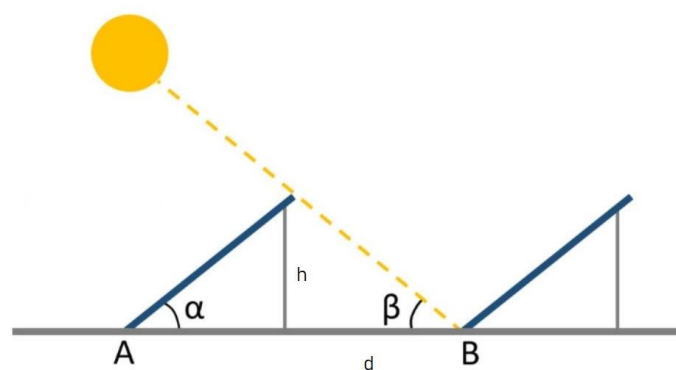


Figura 2.16. Distancia de colocación entre filas de paneles solares.

La altura del panel se calcula mediante trigonometría básica, conociendo el ángulo de inclinación ($24^\circ - 5^\circ$) y las dimensiones del panel (1,94 m x 1.048 m). Colocando el panel en vertical para optimizar mejor el espacio de la cubierta:

$$h = a \cdot \sin(\alpha) = 1,94 \cdot \sin(19) = 0,63\text{m}$$

Calculada la altura, se halla la distancia entre filas con la expresión mostrada anteriormente:

$$d = \frac{0.63}{\tan(61 - 28,523)} = 0,989\text{m}$$

Como se puede ver, con las dimensiones de la cubierta, no es posible realizar esta separación. Por lo tanto, la instalación se realizará directamente sobre la cubierta, cuya inclinación es de 5° sobre la horizontal, o en una estructura que sustituya la cubierta cuya inclinación sea de 24° sobre la horizontal.

Por comodidad se realizará la instalación directamente sobre la cubierta.

2.2.4 Distribución.

Para la distribución de los paneles se utilizará la orientación que tiene la cubierta y teniendo en cuenta las dimensiones de esta y de los paneles, su posición ya que no existirá separación entre paneles, se ha colocado el mayor número posible de ellos, obteniendo el siguiente resultado:

Como se observa en la siguiente imagen, el resultado final es de 10 paneles cubriendo el total de la cubierta.

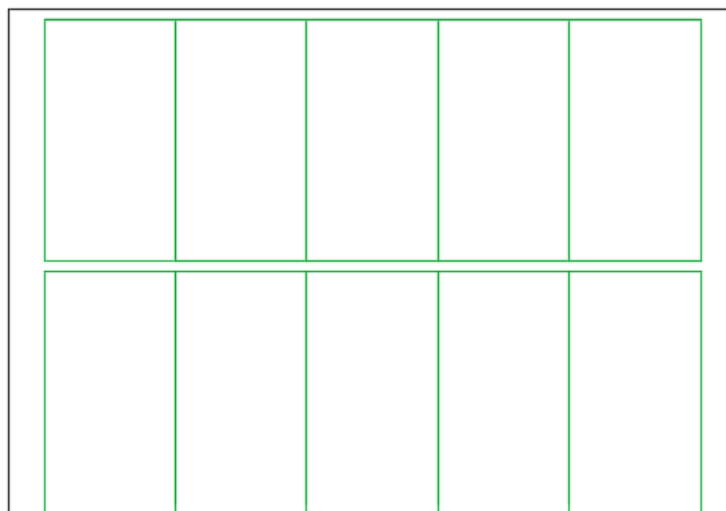


Figura 2.17. Distribución de paneles solares sobre cubierta.

En la siguiente imagen se puede observar una simulación de la ubicación y distribución de los paneles solares en la cubierta inclinada elegida.



Figura 2.18. Simulación de ubicación de los paneles solares sobre cubierta.

2.2.5 Inversor.

Para la correcta elección del inversor se ha hecho uso del software Sunny Design, el cual hace la siguiente propuesta: SB4.0-1AV-41 con una potencia nominal de 4 kW, al cual llegarán dos strings en paralelo de 5 paneles cada grupo, conociendo los datos del inversor se comprueba su validez:

Inversor	Rango de tensión en MPP
SB4.0-1AV-41	140 V a 500 V

Tabla 4.1. Elección inversor.

En la siguiente imagen se muestra una simulación de la ubicación del inversor en la estancia “entrada”, la cual está techada. Se situará debajo de las escaleras para protegerlo de las inclemencias del tiempo y al estar en el exterior de la vivienda no molestaría con los posibles ruidos que pueda realizar.



Figura 2.19. Simulación de ubicación del inversor.

Para asegurar la selección del inversor se calcula el voltaje mínimo y máximo al que trabajara.

Para los datos de Temperaturas se hace uso de “Climate-Data”, en el cual se fijarán las temperaturas, medias, mínimas y máximas mensuales según la tabla climática con datos históricos del tiempo en San Cristóbal de La Laguna, ya que es el municipio el cual comparte clasificación con Tegueste en esta página.

Mes	Tmedia (°C)	Tmín (°C)	Tmáx (°C)
Enero	15,9	14,8	17,0
Febrero	15,5	14,3	16,7
Marzo	16,0	14,6	17,4
Abril	16,6	15,3	18,0
Mayo	17,8	16,5	19,1
Junio	19,4	18,1	20,8
Julio	20,8	19,5	22,2
Agosto	21,8	20,4	23,2
Septiembre	21,7	20,4	23,0
Octubre	20,7	19,4	22,0
Noviembre	18,7	17,5	19,8
Diciembre	17,2	16,1	18,3

Tabla 2.2. Temperaturas Tegueste.

2.2.5.1. Voltaje mínimo (V_{\min}).

Teniendo en cuenta la tensión en circuito abierto del panel 45,1 V y el coeficiente de temperatura $V_{oc} -0,27\%/^{\circ}\text{C}$.

$$V_{oc\text{string}} = 5 \cdot 45,1 = 225,5\text{V}$$

Se realiza este cálculo con la temperatura máxima histórica registrada en la zona (23,2 °C)

$$T_{\text{ref}} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{T_{\text{máx}}} = \frac{-0,27 \frac{\%}{^{\circ}\text{C}}}{100} \cdot 225,5 \cdot (23,2^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 1,09593$$

Conociendo que: $\Delta T_{T_{\text{máx}}} = V_{oc\text{string},\text{min}} - V_{oc\text{string}}$

$$1,09593 = V_{oc\text{string},\text{min}} - 225,5\text{V}$$

$$V_{oc\text{string},\text{min}} = 1,09593 + 225,5 = 226,59593 \text{ V}$$

El inversor tiene un voltaje de entrada mínimo de 140 V y máximo de 500 V por lo que, la tensión mínima obtenida es apta para el inversor:

$$140\text{V} < 226,59593\text{V} < 500\text{V}$$

2.2.5.2. Voltaje máximo ($V_{\text{máx}}$).

Teniendo en cuenta la tensión en circuito abierto del panel 45,1 V y el coeficiente de temperatura $V_{oc} -0,27\%/^{\circ}\text{C}$.

$$V_{oc\text{string}} = 5 \cdot 45,1 = 225,5\text{V}$$

Se realiza este cálculo con la temperatura mínima histórica registrada en la zona (14,3 °C)

$$T_{\text{ref}} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{T_{\text{máx}}} = \frac{-0,27 \frac{\%}{^{\circ}\text{C}}}{100} \cdot 225,5 \cdot (14,3^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 6,514695$$

Conociendo que: $\Delta T_{T_{\text{máx}}} = V_{oc\text{string},\text{min}} - V_{oc\text{string}}$

$$6,514695 = V_{oc\text{string},\text{min}} - 225,5\text{V}$$

$$V_{oc\text{string},\text{min}} = 6,514695 + 225,5 = 232,014695\text{V}$$

El inversor tiene un voltaje de entrada mínimo de 140 V y máximo de 500 V por lo que, de nuevo, la tensión máxima obtenida es apta para el inversor:

$$140\text{V} < 232,014695\text{V} < 500\text{V}$$

2.2.6 Sección de cable.

Para calcular la sección del cable, se hace uso de la ITC-BT 40, donde dice que los cables de conexión deben estar dimensionados para que la caída de tensión máxima admisible no sea superior al 1,5% y una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

2.2.6.1. Lado en corriente continua.

Para hallar la sección que debe llevar el cable para la parte de corriente continua de la instalación fotovoltaica se usará la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot \Delta u}$$

Donde:

S : Sección del cable (mm²)

I : Intensidad máxima admisible por el cable sin incluir el 125% del REBT (A)

L: Longitud del cable desde el inversor hasta el generador fotovoltaico y el conexionado de paneles (m)

Δu : Caída de tensión de la línea

γ : Conductividad del cobre (m/W · mm²)

Para calcular la intensidad se usa la siguiente expresión:

$$I_{\max, \text{adm}} = \frac{P_{\text{string}}}{V_{\text{mpp, string}}} \text{ (A)}$$

Donde:

P_{string} = Potencia en el cable de la cadena fotovoltaica.

$V_{\text{mpp, string}}$ = Tensión a potencia nominal en la línea fotovoltaica.

$$I_{\text{mpp } 1,2, \text{ max, adm}} = \frac{415 \cdot 5}{37,4 \cdot 5} = \frac{2075}{187} = 11,096\text{A}$$

La conductividad del cobre a 20° es de 58m/Ω*mm², puesto que la temperatura de operación de los cables será de 70°C, la conductividad resultante será la siguiente:

$$\gamma = 1,02 \cdot \frac{1}{\frac{1}{58} \cdot (1 + 0,00393 \cdot (70 - 20))} = 49,44421 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

Teniendo en cuenta la distribución que tendrán los paneles y string, se determina que las longitudes de los cables entre los módulos y los cables será la distancia calculada más un 10% de esta por seguridad, resultando de la siguiente forma:

Inversor	Strings	Módulos	Distancia (m)	Longitud de cable (m)
SB4.0-1AV-41	A	5	14,3	15,675
	B	5	14,3	15,675

Tabla 2.5. Datos distribución.

Se utilizará una longitud de cable de 16 m.

La caída de tensión será el voltaje a potencia máxima que puede producir cada string multiplicado por el porcentaje máximo de caída admisible:

$$\Delta u = 37,4 \cdot 5 \cdot 0,015 = 2,805 \text{ V}$$

Como ambos strings tienen las mismas intensidades y mismas longitudes de cable, sustituyendo en la fórmula inicial para la sección de cable:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot \Delta u} = \frac{2 \cdot 16 \cdot (11,096 \cdot 1,25)}{49,444 \cdot 2,805} = 3,2002 \text{ mm}^2$$

Con el dato obtenido de la fórmula se tiene que la sección de cableado para corriente continua debe ser de $3,2002 \text{ mm}^2$, normalizando este valor, se obtiene que el cableado de la parte de corriente continua debe ser de 4 mm^2 .

2.2.6.2. Lado en corriente alterna.

Para determinar la sección que debe llevar el cable en la parte de corriente alterna se hará uso de la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta u}$$

Donde:

S: Sección del cable (mm^2)

I: Intensidad máxima admisible por el cable sin incluir el 125% del REBT (A)

L: Longitud del cable desde el inversor hasta la conexión de red (m)=14,8m, añadiendo un 10% para corregir pérdidas en las interconexiones y pases de columnas, curvas, etc.=16,28 m =17 m

Δu : Caída de tensión de la línea

γ : Conductividad del cobre (m/W · mm²)

En esta parte se conoce que la tensión que recorrerá la línea será de 230V y la intensidad nominal que saldrá del inversor será de 22A.

La caída de tensión será el voltaje a potencia máxima que puede producir la línea multiplicado por el porcentaje máximo de caída admisible:

$$\Delta u = 230 \cdot 0,015 = 3,45 \text{ V}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 17 \cdot (22 \cdot 1,25) \cdot \cos(0,8)}{49,44421 \cdot 3,45} = 4,746 \text{ mm}^2$$

Con el dato obtenido de la fórmula se tiene que la sección de cableado para corriente alterna debe ser de 4,746 mm².

Se normaliza este valor usando, desde la ITC-BT 19, la tabla 1 de la cual se seleccionará la sección del cable dependiendo del tipo de instalación, montaje, aislante, etc.

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327

Tabla 2.4. Intensidad admisible para cables no enterrados.

La instalación se realiza mediante un cable multiconductor en tubo de montaje superficial o empotrados en obra (B2) donde el conductor de aislamiento tipo XLPE que nos ofrece un mayor margen de corriente y temperatura respecto al PVC. Se concluye que la sección de cable para la parte de corriente continua debe ser de 6mm^2 .

Se resume de la siguiente forma:

Partes	$I_{\text{max adm}}(\text{A})$	Tensión (V)	Longitud (m)	Sección de fase mm^2	Sección normalizada mm^2
Strings-Inversor A	11,096	187	16	3,2002	4
Strings-Inversor B	11,096	187	16	3,2002	4
Inversor - Conex red	22	230	17	4,7460	6

Tabla 2.5. Resumen secciones elegidas.

2.2.7 Cálculo de pérdidas.

A continuación, se muestran los cálculos referidos a las pérdidas del sistema, para ello tendremos en cuenta los siguientes tipos de ellas:

- Debidas a la orientación en inclinación de los paneles.
- Por el ensuciamiento y dispersión.
- De potencia en el cableado de CC.
- De potencia en el cableado de CA.
- Por Temperatura.
- Por no cumplimiento de la potencia nominal del panel solar.

2.2.7.1 Cálculo de las pérdidas debidas a la orientación e inclinación de los paneles.

Las pérdidas por este concepto se calculan en función del ángulo de inclinación β y el ángulo de azimut α .

Según la normativa HE de ahorro de energía, la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la siguiente tabla:

Casos	Orientación e Inclinación (OI)	Sombras (S)	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 2.6. Pérdidas máximas debido a la OI y a las sombras.

En esta instalación, los paneles se encuentran en el caso general, por lo que las pérdidas no podrán ser mayores del 10%.

Mediante los siguientes cálculos se obtendrán la inclinación máxima y mínima a partir de las pérdidas máximas y el ángulo azimut. Se corregirán los límites de inclinación en función de la altitud donde se encuentra ubicada la instalación y de la de $\varnothing=41^\circ$ hacia el oeste, con las siguientes ecuaciones:

$$\beta_{\text{máx}} = \text{Inclinación } (\varnothing=41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

$$\beta_{\text{mín}} = \text{Inclinación } (\varnothing=41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

Usando la siguiente guía, siendo la línea roja el ángulo azimut de 20° y el sombreado naranja el resultado de unas pérdidas del 10% (máximo para el caso general):

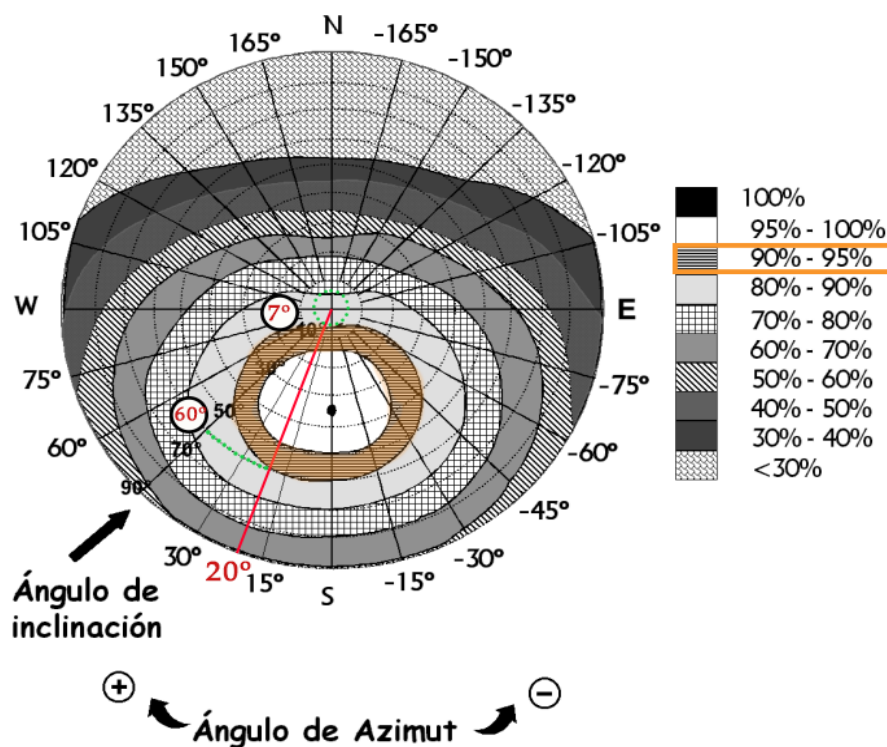


Figura 2.20. Sistema de pérdidas OI.

Extrapolando el corte en el azimut ($\varnothing=20^\circ$) de la instalación con los límites para la instalación en el caso de $\varnothing=41^\circ$, la recta de 20° proporciona los siguientes resultados:

$$\beta_{\text{máx}} = 60^\circ$$

$$\beta_{\text{min}} = 7^\circ$$

Corrigiendo la latitud del lugar (Archipiélago Canario = 29°)

$$\beta_{\text{máx}} = 60^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = 48^\circ$$

$\beta_{\text{min}} = 7^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = -5^\circ$, se encuentra fuera de rango y se toma, por lo tanto, inclinación mínima = 0° .

Por lo tanto, las inclinaciones de 5° (existente) y 24° (óptima según PVGIS) cumplen con los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

Se procede a calcular las pérdidas producidas a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4}(\beta - \varnothing + 10^2) + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2]$$

Donde:

β = Ángulo de inclinación.

α = Ángulo de azimut.

\varnothing = Latitud del lugar.

Para inclinación de 5° :

$$\text{Pérdidas (\%)} (5^\circ) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4}(5 - 29 + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot 20^2] = 3,632\%$$

2.2.7.2 Pérdidas por el ensuciamiento y dispersión.

Este tipo de pérdidas viene determinada por la suciedad acumulada de los paneles solares, la cual tiene un impacto significativo sobre el rendimiento de estos. Esta suciedad puede venir determinada en forma de polvo, contaminación y otras partículas. Las pérdidas por ensuciamiento pueden variar mucho de un lugar a otro, dependiendo de si son áreas con altas o bajas precipitaciones o con gran cantidad de polvo. En este caso no se encuentra en un área con una gran cantidad de polvo, pero si con precipitaciones medias o ligeras, se considera unas pérdidas en la potencia de los captadores del 3% y las pérdidas que representan el coeficiente relacionado con la disponibilidad de la instalación (pérdidas en la potencia de salida del generador) supondrán un 5%.

2.2.7.3 Pérdidas de potencia en el cableado de Corriente Continua (CC).

Siguiendo la ITC-BT-40, se puede ver que la caída de tensión entre el generador y el punto de conexión a la red no debe ser superior al 1,5%.

Conociendo los valores de la sección y obtenido su valor normalizado, se obtiene el porcentaje de pérdidas por la parte de Continua.

Para ello se emplea la siguiente ecuación:

$$P_{\text{cab,CC}} = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot S \cdot V}$$

Donde:

L: Longitud del cable

I: Intensidad (sobredimensionando en un 125% por normativa ITC- BT40).

γ : Constante conductividad del cobre

S: Sección del cable normalizada

V: Voltaje de la línea

Sustituyendo en la ecuación se obtiene:

$$P_{\text{cab,CC.string 1}} = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 16 \cdot (11,096 \cdot 1,25)}{49,444 \cdot 4 \cdot 187} = 0,0120 \cdot 100 = 1,2\%$$
$$P_{\text{cab,CC.string 2}} = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 16 \cdot (11,096 \cdot 1,25)}{49,444 \cdot 4 \cdot 187} = 0,0120 \cdot 100 = 1,2\%$$

Como se ha nombrado en otros apartados la caída de tensión debe ser menor que el 1,5%, por lo que cumple la condición.

2.2.7.4 Pérdidas de potencia en el cableado de Corriente Alterna (CA).

Para las pérdidas en la parte de CA (línea trifásica) empleamos la siguiente ecuación:

$$P_{\text{cab,CA}} = \frac{\Delta v}{V}$$

Donde:

Δv : Caída de tensión en la línea:

$$\Delta v = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot (I_n \cdot 1,25) \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot S}$$

Por lo tanto:

$$P_{\text{cab,CA}} = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot (I_n \cdot 1,25) \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot S \cdot V}$$

Donde:

L: Longitud del cable

I_n : Intensidad (sobredimensionando en un 125% por normativa ITC- BT40).

γ : Constante conductividad del cobre

S: Sección del cable normalizada

V: Voltaje de la línea

Para el cálculo de la intensidad tenemos la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{4200W}{\sqrt{3} \cdot 230} = 10,543A$$

La conductividad del cable para la parte de corriente alterna se calculará teniendo en cuenta que el conductor de aislamiento será de tipo XLPE:

$$\gamma = 1,02 \cdot \frac{1}{\frac{1}{58} \cdot (1 + 0,00393 \cdot (80 - 20))} = 47,872 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$$

Se sustituye la intensidad nominal en la fórmula anterior:

$$P_{\text{cab,CA}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 17 \cdot (10,543 \cdot 1,25) \cdot 0,8}{47,872 \cdot 6 \cdot 230} = 0,00463 \cdot 100 = 0,47\%$$

Las pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua cumplen la condición de no superar 1,5%.

2.2.7.5 Pérdidas por temperatura.

La temperatura de operación de los paneles depende de distintos factores ambientales, como podrían ser la temperatura ambiente, la irradiación, etc.

Los paneles están preparados para trabajar en condiciones normales, es decir, a una temperatura media de 25°, condiciones (STC). Cuando ocurre un desfase en la temperatura, comienzan a haber pérdidas.

Para calcular estas pérdidas estimadas se ha hecho uso de los datos de temperatura media obtenidos de "Climate-Data".

Con los datos obtenidos y haciendo uso de la siguiente ecuación es posible hallar las pérdidas por temperatura:

$$P_{\text{Temp}} = g \cdot (T_c - 25^\circ\text{C})$$

T_c viene dado por la siguiente ecuación:

$$T_c = T_{med} + \frac{E \cdot (TONC - 20^{\circ}\text{C})}{800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

Donde:

g: coeficiente de temperatura de P_{máx} del panel fotovoltaico.

T_{med}: Temperatura medio ambiente

TONC: Temperatura de operación nominal del panel fotovoltaico según el fabricante

E: valor medio de irradiación mensual entre las horas de luz (h_i)

Los resultados mensuales se pueden ver en la siguiente tabla:

Mes	E	T _{med}	TONC	T _c	g	P _{Temp}
Enero	349,87	15,9	44	26,396	0,35	0,489
Febrero	442,06	15,5	44	28,762	0,35	1,317
Marzo	464,09	16,0	44	29,923	0,35	1,723
Abril	541,00	16,6	44	32,830	0,35	2,741
Mayo	610,11	17,8	44	36,103	0,35	3,886
Junio	544,88	19,4	44	35,746	0,35	3,761
Julio	590,94	20,8	44	38,528	0,35	4,735
Agosto	577,24	21,8	44	39,117	0,35	4,941
Septiembre	500,61	21,7	44	36,718	0,35	4,101
Octubre	373,15	20,7	44	31,895	0,35	2,413
Noviembre	304,52	18,7	44	27,836	0,35	0,992
Diciembre	266,21	17,2	44	25,186	0,35	0,065

Tabla 2.7. Pérdidas por temperatura.

2.2.8. Performance Ratio (PR)

Se describe como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo durante todo el año. Para ello se consideran los siguientes factores:

- Efecto de temperatura en las células fotovoltaicas.
- Dispersión de los módulos solares.
- Suciedad de los módulos solares.
- Pérdidas del cable.
- Errores en la orientación e inclinación de los módulos.

Para obtener el Performance Ratio se hace uso de la siguiente ecuación, teniendo en cuenta las condiciones a las que está sometida la instalación:

$$PR(\%) = \eta \cdot [100\% - (P_{OI} + P_{disp} + P_{suc} + P_{cab,CC} + P_{cab,CA} + P_{Temp})]$$

En la siguiente tabla se puede observar los resultados del PR, donde la eficiencia del inversor viene dada por el fabricante y las pérdidas son las calculadas en el apartado 2.7:

Mes	η_{inv}	P_{OI}	P_{disp}	P_{suc}	$P_{cab,CC}$	$P_{cab,CA}$	P_{Temp}	PR(%)
Enero	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	0,489	83,192
Febrero	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	1,317	82,393
Marzo	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	1,723	82,001
Abril	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	2,741	81,019
Mayo	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	3,886	79,913
Junio	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	3,761	80,034
Julio	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	4,735	79,094
Agosto	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	4,941	78,895
Septiembre	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	4,101	79,706
Octubre	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	2,413	81,335
Noviembre	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	0,992	82,706
Diciembre	0,965	3,632	5	3	1,2	0,47	0,065	83,601

Tabla 2.8. Coeficientes de rendimiento mensual.

2.2.9. Canalizaciones.

Para el cableado, se debe instalar mediante unas canalizaciones (cumpliendo la norma ITC-BT-21).

Se distinguen dos tipos de canalización: desde el generador fotovoltaico hasta el inversor, y desde el inversor hasta la conexión a red.

Para averiguar los diámetros de los tubos para las canalizaciones se hace uso de la siguiente tabla, de la cual conociendo la sección de los cables (calculadas anteriormente) y el número de conductores de los cables, se obtiene:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 2.9. Diámetro mínimo para cada tramo de cable.

Como se observa, para el primer tramo (corriente continua), el cual va desde los módulos solares hasta el inversor, tenemos una sección de 4mm² y tres conductores, por lo que siguiendo la tabla 2.8 se debe instalar una canalización de con un diámetro exterior de 20mm².

A continuación, se muestran imágenes de las zonas de instalación de la canalización del primer tramo.



Figura 2.8. Simulación primer tramo de cableado de continua.

En la primera parte se puede observar la cubierta donde se encuentra situada la instalación de los módulos. De ahí sale la canalización del primer tramo (color negro) que baja por la pared junto con tubos de otras instalaciones para seguir con la estética de la pared. Una vez baja por la pared se curva siguiendo la circulación de los demás tubos y al llegar a la esquina se introduce por un hueco que da a la planta inferior donde se encuentra el inversor.



Figura 2.9. Simulación segundo tramo de cableado de continua.

En esta parte la canalización es introducida por el hueco nombrado anteriormente y siguiendo la estructura de la escalera baja hasta llegar al inversor donde se realiza la conexión de los dos strings.

Para la canalización del segundo tramo (corriente alterna), el cual va desde el inversor hasta la conexión de red, tenemos una sección de 6mm^2 y tres conductores, por lo que siguiendo la tabla 2.8 se debe instalar una canalización de con un diámetro exterior de 25mm^2 .

A continuación, se muestran imágenes de las zonas de instalación de la canalización del primer tramo:



Figura 2.10. Simulación cableado de alterna.

Siguiendo la imagen se observa (en color naranja) la canalización que sale del inversor y se dirige a la caja de protecciones (cubo blanco). De la cual saldrá otra canalización que se introduce en la caja de registro y se dirige a la acometida de la vivienda.

2.2.10. Protecciones.

Para la colocación de los aparatos de protección, se hará uso de la zona debajo de la escalera de la planta baja, protegiendo de esta forma a estos aparatos y los inversores de las inclemencias del tiempo.

Se instalará un magnetotérmico para el inversor, un interruptor diferencial (para proteger a las personas de las derivaciones de la instalación) y un limitador de sobretensiones para para la parte de corriente continua y otro para la de corriente alterna.

Por último, se añade un fusible por cada línea continua en cada entrada al inversor.

Se deben cumplir dos condiciones para el dimensionado de las protecciones:

Primera condición: La intensidad de consumo debe ser menor que la nominal del fusible y de la intensidad máxima del fusible.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Segunda condición: La intensidad de sobrecarga del fusible será menor o igual que la I_z que soporta el conductor (incrementada en un 45%, establecido por la UNE 20460).

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

I_z : Intensidad máxima admisible por el conductor

I_f : Intensidad que garantiza el funcionamiento de la protección.

2.2.10.1. Protección para el tramo 1 (Generadores fotovoltaicos-inversor)

Este tramo es el perteneciente a la parte de corriente continua, el cual está compuesto por dos strings de 5 paneles de 415W cada uno conectados en serie.

Se tiene una corriente de 10,98 A, que dimensionado al 125% (establecido por el REBT) da una intensidad de 13,725 A, con una sección de 4mm².

Los fenómenos de sobrecorrientes pueden ser perjudiciales para el inversor y los componentes electrónicos del sistema, así como provocar el envejecimiento de toda la instalación por ser fenómenos cíclicos para las instalaciones fotovoltaicas.

La protección elegida para los conductores activos para este tipo de instalaciones son fusibles electrónicos incluidos en el inversor que lo protegen de manera adecuada.

De los fusibles normalizados se establece que en la parte de continua se utilizará de 16 A, para ello se usará un fusible cilíndrico del tipo GG (protección de los circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos).

Se comprueba si el fusible cumple:

Primera condición: $13,725A \leq 16A \leq I_z$

Segunda Condición: Se comprueba mediante la siguiente tabla en la que se relacionan la intensidad nominal y el funcionamiento:

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla 2.10. Relación entre intensidad nominal y el funcionamiento.

Como la intensidad nominal es de 13,725 A, entra en el rango de $4A \leq I_n \leq 16A$, por lo que:

$$I_f \leq 1,9 \cdot I_n$$

Con el valor de corriente nominal del fusible $I_n = 16A$:

$$I_f \leq 1,9 \cdot 16A = 30,4A$$

La corriente máxima admisible del conductor es de $I_n = 38A$, sustituyendo

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 38A = 55,1A$$

Se comprueba que cumple: $30,4A \leq 55,1A$.

Se colocará un fusible con una capacidad de 16A, en caso de sobrepasar esta intensidad, el fusible se romperá protegiendo así al inversor.



Figura 2.11. Fusible inversor.

Como se comenta al principio del apartado, a esta parte se le añade una protección sobretensiones, según la hoja del inversor se exige la instalación de una cuya protección sea de tipo 1 y de protección 3, por lo que se instalará un protector tipo 3 desenchufable. Se ha elegido el modelo PSL2-8/120 TT.

Esta protección funciona de tal forma que cuando la tensión es inferior a su tensión de activación, actúa con una impedancia elevada de manera que el sistema funcione de manera normal. En cuanto la tensión sobrepasa la de activación, actúa con una impedancia cercana a cero, protegiendo los equipos haciendo una deriva de la sobretensión a tierra.



Figura 2.12. Limitador de sobretensiones.

Todos los componentes de la instalación tendrán aislamiento de clase II. En la parte de continua del inversor, e integrado en el mismo en este caso, consta como medida de protección de la instalación un sistema de vigilancia continua del aislamiento, que desconecta el inversor y cortocircuita la entrada de potencia cuando se supere límite establecido de cara a la resistencia que eleva la tensión de contacto por encima de la tensión límite establecido.

2.2.10.2. Protección para el tramo 2 (Inversor-conexión de red)

Este tramo es el perteneciente a la parte de corriente alterna. Para este tramo se instalará un magnetotérmico. Este tipo de interruptor se emplea para la protección de dispositivos eléctricos y electrónicos. Se colocará a la salida del inversor, para el cual

se conoce la intensidad máxima de salida (22A). Se instalará un magnetotérmico Schneider con una intensidad nominal de 25 A y una corriente de corte de 6000 A.



Figura2.13. Interruptor magnetotérmico.

Se verifica la elección del interruptor magnetotérmico. Para ello se debe cumplir que la intensidad de corte sea mayor que la de cortocircuito:

$$I_{pc} > I_{cc}$$

Donde la intensidad de cortocircuito viene dada por:

$$I_{cc} = 0,8 \cdot \frac{V}{R_{cc}}$$

Donde:

V: Tensión en alterna (230V)

R_{cc} : Resistencia de la línea.

La resistencia de la línea se obtiene de la siguiente ecuación:

$$R_{cc} = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

ρ : Resistividad del cobre ($0,0171 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2$)

L: Longitud del cable (m)

S: Sección del cable (mm^2)

$$R_{cc} = 0,0171 \cdot \frac{17}{6} = 0,0485\Omega$$

$$I_{cc} = 0,8 \cdot \frac{230}{0,0485} = 3797,729A$$

Se cumple por tanto que $I_{pc} > I_{cc}$.

Según la ITC-BT 17, el interruptor general automático debe tener el poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación de 4500 A como mínimo.

Como se comenta al principio, se instalará un interruptor general, se usará un interruptor de la marca Schneider de 16 A con una corriente de fuga de 30 mA y un tiempo de respuesta de 50 ms.

Esta protección se usa para garantizar la seguridad de las personas frente a contactos indirectos y a los demás equipos contra fugas de corrientes con derivas a tierra.



Figura 2.14. Interruptor diferencial.

2.2.10.3. Contador bidireccional.

Como dispositivo básico para las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo con excedentes se tiene el contador bidireccional. Este dispositivo permite calcular el consumo de la red, así como lo que se entrega a ella.

Se instalará un contador con una capacidad de 45 A, intensidad suficiente para este caso.



Figura 2.15. Contador bidireccional.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO III

Puesta a Tierra

ÍNDICE ANEXO III. Puesta a Tierra.

2.3. Cálculos Puesta a Tierra.....	78
------------------------------------	----

2.3. Cálculos Puesta a Tierra

Según la ITC-BT 18, se establece que los valores de resistencia a tierra no pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V en local o emplazamiento conductor y 50 V en los demás casos.

El emplazamiento de la instalación está situado sobre un terreno cultivable poco fértil, por lo que la resistividad del terreno es de 500Ω . La resistencia de puesta a tierra de un conductor de cobre enterrado horizontalmente será de:

$$R_c = \frac{\rho}{n^{\circ}picas \cdot L}$$

Donde:

ρ : resistividad del terreno.

$n^{\circ}picas$: cantidad de picas que se enterrarán

L: Longitud de cada pica.

Según el REBT se establece que los valores máximos de la resistencia a tierra, siendo de 800Ω para un diferencial de 30 mA. Se tomará en cuenta lo establecido en el apartado 9 del ITC-BT-18.

Las picas tendrán una longitud de 1,5m y se situarán enterradas en el terreno de la vivienda.

Se calcula el número de picas a través de la ecuación anterior:

$$R_c = \frac{\rho}{n^{\circ}picas \cdot L} \rightarrow n^{\circ}picas = \frac{\rho}{R_c \cdot L} = \frac{500}{800 \cdot 2} = 0,3125 \rightarrow 1 \text{ pica.}$$

Se demuestra que con una sola pica se cumple el requisito de tener una resistencia a tierra menor de 800Ω . El valor de la resistencia queda:

$$R_c = \frac{500}{1 \cdot 2} = 250\Omega$$

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO IV

Iluminación

ÍNDICE ANEXO IV. Iluminación.

2.4. Cálculos de Iluminación.....	80
-----------------------------------	----

Índice de figuras.

- Figura 4.1. Representación entrada.
- Figura 4.2. Representación cocina.
- Figura 4.3. Representación sala de esta/comedor.
- Figura 4.4. Representación zona almacén.
- Figura 4.5. Representación pasillo.
- Figura 4.6. Representación baño.
- Figura 4.7. Representación dormitorio principal.
- Figura 4.8. Representación dormitorio 2.

Índice de tablas.

- Tabla 4.1. Datos referencia lúmenes por estancia
- Tabla 4.2. Valor eficiencia energética entrada.
- Tabla 4.3. Valor eficiencia energética cocina.
- Tabla 4.4. Valor eficiencia energética sala de estar/comedor.
- Tabla 4.5. Valor eficiencia energética zona almacén.
- Tabla 4.6. Valor eficiencia energética pasillo.
- Tabla 4.7. Valor eficiencia energética baño.
- Tabla 4.8. Valor eficiencia energética dormitorio principal.
- Tabla 4.9. Valor eficiencia energética dormitorio 2.

2.4. Cálculos de Iluminación.

Para una vivienda unifamiliar no existe una normativa en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para la regulación de la iluminación media que tienen que tener las estancias. Para este anexo se hará uso de datos establecidos por distintos usuarios.

Se toma como referencia lo siguiente:

Estancia	Lúmenes
Entrada	100
Cocina	150-200
Sala estar/comedor	150
Distribuidor	100
Pasillos y escaleras	100
Baño	200
Dormitorios	50-100

Tabla 4.1. Datos referencia lúmenes por estancia.

Se aplica para calcular el nivel medio de iluminación en un espacio el método de lúmenes, ya que es una forma simple de hacerlo.

Se usará el software DIALux para realizar los cálculos de iluminación.

El flujo luminoso en una instalación interior viene determinado por la ecuación siguiente:

$$\Phi = \frac{E_m \cdot S \cdot f_m}{\varphi}$$

Donde:

E_m : Nivel de iluminación medio en lúmenes

S : Superficie de la zona

f_m : Factor de depreciación

φ : Factor de utilización

Conocido esto, para poder determinar el número de luminarias necesario en una instalación interior se usa la siguiente ecuación:

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Donde:

Φ_T : Flujo luminoso total

n : Número de lámparas por luminaria

Φ_L : Flujo luminoso de la luminaria

Al igual que para la intensidad lumínica, para el caso del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI), tampoco existe una normativa que especifique las condiciones mínimas en una vivienda. Se realiza el cálculo para cada zona:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Donde:

P: Potencia total en W

S: Superficie iluminada (m²)

E_m: Luminaria media del plano horizontal en la superficie de estudio ($\frac{lm}{m^2}$)

Se han usado dos tipos diferentes de luminarias. Una para iluminar el baño desde el espejo y otra para el resto de la casa.

Entrada:

La entrada está compuesta por la escalera de acceso a la vivienda y una zona debajo de esta para la lavadora. Tendrá un objetivo de iluminación de 100 lux, para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11W.



Figura 4.1. Representación entrada.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	E _m	VEEI ($\frac{W}{m^2} 100lux$)	Potencia Total (W)
Entrada	70	4,108	22

Tabla 4.2. Valor eficiencia energética entrada.

Cocina:

La cocina será un lugar de trabajo, por lo que es necesario que tenga una buena iluminación media mantenida. En este caso se recomienda entre 150-200 lux, para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11 W.



Figura 21.2. Representación cocina.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	Em	VEEI ($\frac{W}{m^2} 100lux$)	Potencia Total (W)
Cocina	201	1,710	22

Tabla 4.3. Valor eficiencia energética cocina.

Sala de estar/comedor:

Para esta estancia se iluminará la zona enfocando una de las luminarias en el área en la que se situará la mesa. En este caso se recomienda de 150 lux, para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11 W.

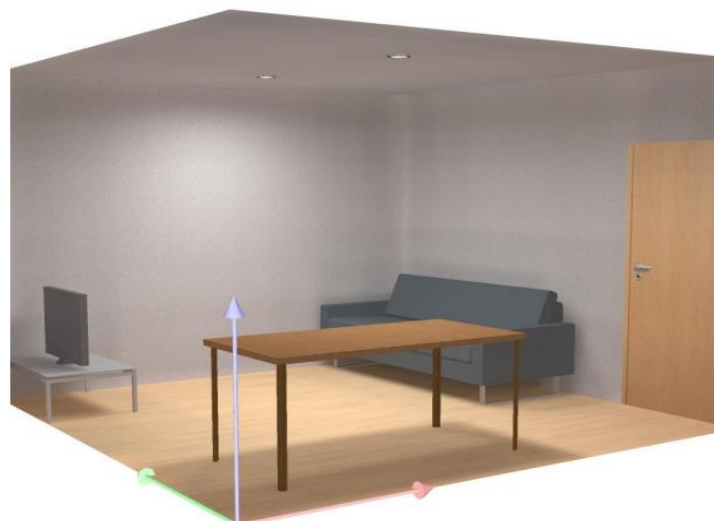


Figura 4.322. Representación sala de esta/comedor.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	Em	VEEI ($\frac{W}{m^2} 100lux$)	Potencia Total (W)
Sala estar/comedor	149	1,229	22

Tabla 4.4. Valor eficiencia energética sala de estar/comedor.

Zona de almacén:

Esta estancia se trata de un pequeño distribuidor compuesto por la escalera de acceso a la planta alta y una zona debajo de ésta para almacenaje. Tendrá un objetivo de iluminación de 100 lux, para ello se instalará una “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia de 11 W.



Figura 4.423. Representación zona almacén.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	Em	VEEI ($\frac{W}{m^2} 100lux$)	Potencia Total (W)
Zona almacén	105	2,062	11

Tabla 4.5. Valor eficiencia energética zona almacén.

Pasillo:

Será una zona poco habitada. Al ser una zona de tránsito y no requerir una iluminación media mantenida muy alta, se establecen 100 lux. Para ello se instalará una “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia de 11 W.



Figura 4.5. Representación pasillo.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	Em	VEEI ($\frac{W}{m^2} 100lux$)	Potencia Total (W)
Pasillo	82	3,149	11

Tabla 4.6. Valor eficiencia energética pasillo.

Baño:

Será el baño principal de la vivienda. Para este tipo de estancias se recomienda una iluminación media mantenida de 200 lux. Para ello se instalará una “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia de 11 W para el alumbrado general del baño y una “Disano 420 Rigo “con una potencia de 8 W para la iluminación del área del espejo.



Figura 4.624. Representación baño.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	Em	VEEI ($\frac{W}{m^2} 100lux$)	Potencia Total (W)
Baño	107	4,063	19

Tabla 4.7. Valor eficiencia energética baño.

Dormitorio principal:

Esta estancia será el dormitorio principal de la vivienda. El objetivo de iluminación media mantenida en este tipo de estancia se sitúa entre 50-100 lux. Para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11 W.



Figura 4.725. Representación dormitorio principal.

DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	Em	VEEI ($\frac{W}{m^2} 100lux$)	Potencia Total (W)
Dormitorio Principal	95	1,685	22

Tabla 4.8. Valor eficiencia energética dormitorio principal.

Dormitorio 2:

Esta estancia será el segundo dormitorio de la vivienda. Al igual que en el dormitorio principal, el objetivo de iluminación media mantenida en este tipo de estancia se sitúa entre 50-100 lux. Para ello se instalarán dos “Disano 882 Compact CRI95” con una potencia individual de 11 W.



Figura 26. Representación dormitorio 2.


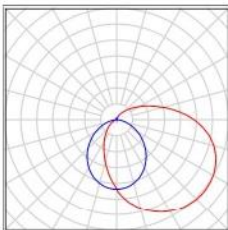

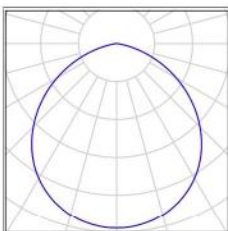

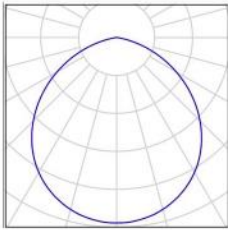
DIALux reporta los siguientes resultados:

Estancia	Em	VEEI ($\frac{W}{m^2}$ 100lux)	Potencia Total (W)
Dormitorio 2	104	1,579	22

Tabla 4.96. Valor eficiencia energética dormitorio 2.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

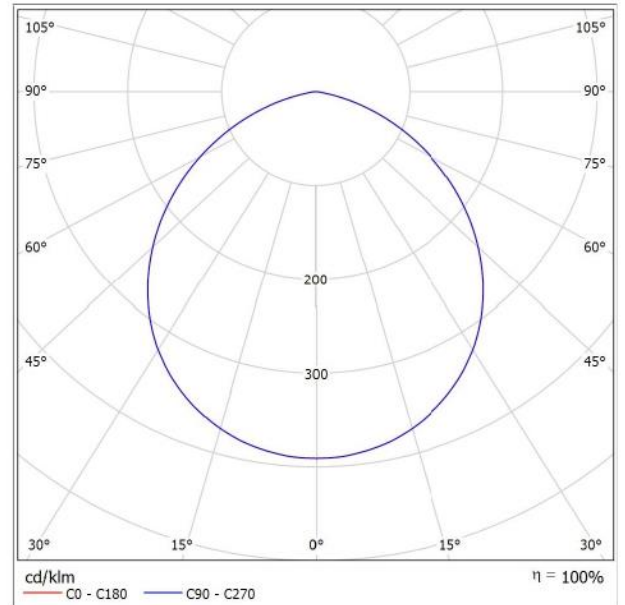
El Almendro VV / Lista de luminarias

1 Pieza	<p>Disano 420 Rigo - LED Disano 420 LED L430 CLD BIANCO (Tipo 1) N° de artículo: 420 Rigo - LED Flujo luminoso (Luminaria): 100 lm Flujo luminoso (Lámparas): 100 lm Potencia de las luminarias: 8.0 W Clasificación luminarias según CIE: 84 Código CIE Flux: 36 64 85 84 100 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).</p>		
9 Pieza	<p>Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (Tipo 1) N° de artículo: 882 Compact CRI95 - 140mm Flujo luminoso (Luminaria): 1000 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1000 lm Potencia de las luminarias: 11.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 52 85 98 100 100 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).</p>		
4 Pieza	<p>Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO N° de artículo: 882 Compact CRI95 - 140mm Flujo luminoso (Luminaria): 1216 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1216 lm Potencia de las luminarias: 11.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 52 85 98 100 100 Lámpara: 1 x led_882_3k (Factor de corrección 1.000).</p>		

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 52 85 98 100 100

La iluminación de zonas de paso (escaleras, pasillos, entradas) así como de los entornos de trabajo (edificios públicos, oficinas, hoteles y restaurantes), no debe dejarse de lado, por motivos funcionales y estéticos. Y no sólo eso. Si están bien iluminados, los lugares abiertos al público o residenciales inculcan una gran sensación de seguridad y bienestar. Los focos para empotrar robustos y de alta calidad, como los de la familia Compact de Disano, representan la solución ideal: fáciles de integrar en cualquier contexto, garantizan la máxima eficiencia y una larga vida útil. La excelente calidad de la luz Led, con una óptima reproducción del color, va acompañada de la certificación "low flicker", que indica una emisión de luz estable con un bajísimo grado de parpadeo. Los focos Compact pueden equiparse con tecnologías de gestión y control, con sensores de presencia o con sistemas de control remoto, que aumentan la eficiencia y la vida útil, evitando derroches y encendidos innecesarios. Cuerpo de aluminio fundido a presión. Difusor: de material termoplástico resistente a las altas temperaturas. Barnizado: Con polvo epoxídico de poliéster resistente a los rayos UV. Equipamiento: Incluye soporte ajustable de acero. Normativa: Fabricados en conformidad a las normas EN 60598-1-CEI 34.21, tienen el grado de protección según las normas EN 60529. LED: Fuentes de luz de alta eficiencia (CRI 95). Factor de potencia: ≥ 0.95 Clasificación riesgo fotobiológico: Grupo exento. Mantenimiento del flujo luminoso al 80%: 55.000h (L80B20) empotrado Ø 110/135mm

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	26.1	27.3	26.4	27.6	27.8	26.1	27.3	26.4	27.6	27.8
	3H	27.2	28.3	27.5	28.6	28.8	27.2	28.3	27.5	28.6	28.8
	4H	27.4	28.5	27.8	28.8	29.1	27.4	28.5	27.8	28.8	29.1
	6H	27.5	28.5	27.9	28.8	29.1	27.5	28.5	27.9	28.8	29.1
	8H	27.5	28.4	27.8	28.7	29.0	27.5	28.4	27.8	28.7	29.0
12H	27.4	28.3	27.8	28.7	29.0	27.4	28.3	27.8	28.7	29.0	
4H	2H	26.6	27.7	27.0	28.0	28.2	26.6	27.7	27.0	28.0	28.2
	3H	27.9	28.7	28.2	29.1	29.4	27.9	28.7	28.2	29.1	29.4
	4H	28.2	29.0	28.6	29.3	29.7	28.2	29.0	28.6	29.3	29.7
	6H	28.3	29.0	28.7	29.4	29.7	28.3	29.0	28.7	29.4	29.7
	8H	28.3	28.9	28.7	29.3	29.7	28.3	28.9	28.7	29.3	29.7
12H	28.3	28.8	28.7	29.2	29.7	28.3	28.8	28.7	29.2	29.7	
8H	4H	28.3	28.9	28.7	29.3	29.7	28.3	28.9	28.7	29.3	29.7
	6H	28.4	28.9	28.9	29.4	29.8	28.4	28.9	28.9	29.4	29.8
	8H	28.4	28.9	28.9	29.3	29.8	28.4	28.9	28.9	29.3	29.8
	12H	28.4	28.8	28.9	29.3	29.8	28.4	28.8	28.9	29.3	29.8
12H	4H	28.3	28.8	28.7	29.3	29.7	28.3	28.8	28.7	29.3	29.7
	6H	28.4	28.8	28.9	29.3	29.8	28.4	28.8	28.9	29.3	29.8
	8H	28.4	28.8	28.9	29.2	29.7	28.4	28.8	28.9	29.2	29.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H	+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7					
S = 2.0H	+0.8 / -1.3					+0.8 / -1.3					
Tabla estándar	BK03					BK03					
Sumando de corrección	10.7					10.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1210lm flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO / Tabla UGR

Luminaria: Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO

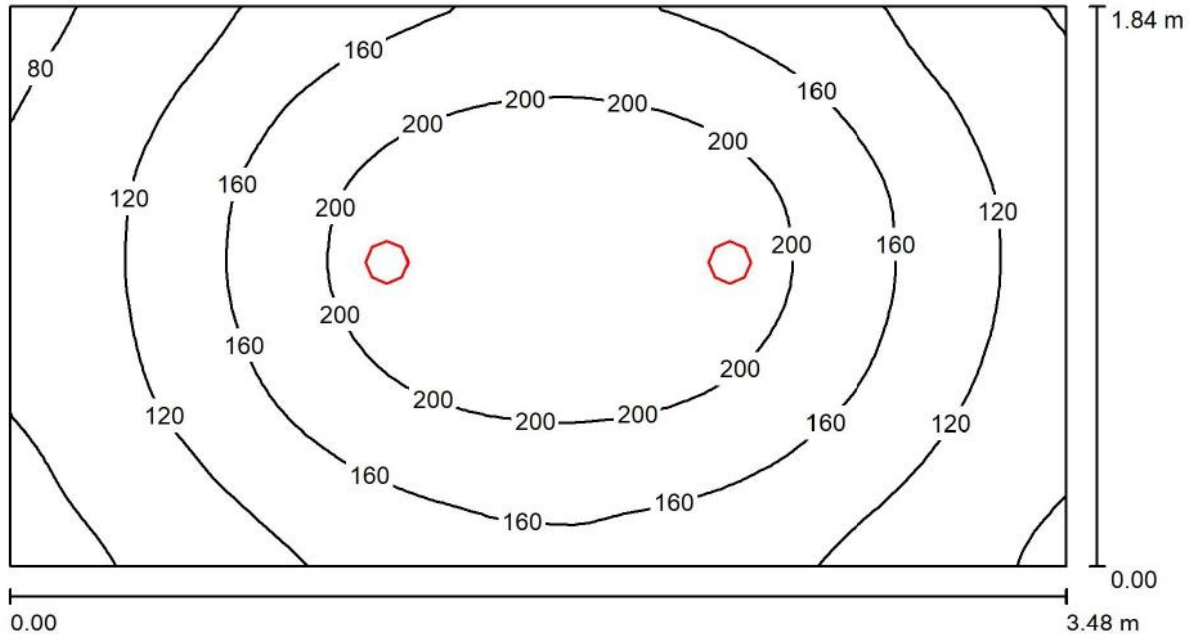
Lámparas: 1 x led_882_3k

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	26.1	27.3	26.4	27.6	27.8	26.1	27.3	26.4	27.6	27.8
	3H	27.2	28.3	27.5	28.6	28.8	27.2	28.3	27.5	28.6	28.8
	4H	27.4	28.5	27.8	28.8	29.1	27.4	28.5	27.8	28.8	29.1
	6H	27.5	28.5	27.9	28.8	29.1	27.5	28.5	27.9	28.8	29.1
	8H	27.5	28.4	27.8	28.7	29.0	27.5	28.4	27.8	28.7	29.0
	12H	27.4	28.3	27.8	28.7	29.0	27.4	28.3	27.8	28.7	29.0
4H	2H	26.6	27.7	27.0	28.0	28.2	26.6	27.7	27.0	28.0	28.2
	3H	27.9	28.7	28.2	29.1	29.4	27.9	28.7	28.2	29.1	29.4
	4H	28.2	29.0	28.6	29.3	29.7	28.2	29.0	28.6	29.3	29.7
	6H	28.3	29.0	28.7	29.4	29.7	28.3	29.0	28.7	29.4	29.7
	8H	28.3	28.9	28.7	29.3	29.7	28.3	28.9	28.7	29.3	29.7
	12H	28.3	28.8	28.7	29.2	29.7	28.3	28.8	28.7	29.2	29.7
8H	4H	28.3	28.9	28.7	29.3	29.7	28.3	28.9	28.7	29.3	29.7
	6H	28.4	28.9	28.9	29.4	29.8	28.4	28.9	28.9	29.4	29.8
	8H	28.4	28.9	28.9	29.3	29.8	28.4	28.9	28.9	29.3	29.8
	12H	28.4	28.8	28.9	29.3	29.8	28.4	28.8	28.9	29.3	29.8
12H	4H	28.3	28.8	28.7	29.3	29.7	28.3	28.8	28.7	29.3	29.7
	6H	28.4	28.8	28.9	29.3	29.8	28.4	28.8	28.9	29.3	29.8
	8H	28.4	28.8	28.9	29.2	29.7	28.4	28.8	28.9	29.2	29.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H	+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7					
S = 2.0H	+0.8 / -1.3					+0.8 / -1.3					
Tabla estándar	BK03					BK03					
Sumando de corrección	10.7					10.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1216lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cocina / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.446 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:25

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	201	48	294	0.238
Suelo	63	109	7.89	175	0.073
Techo	73	84	58	124	0.686
Paredes (4)	73	91	2.62	239	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

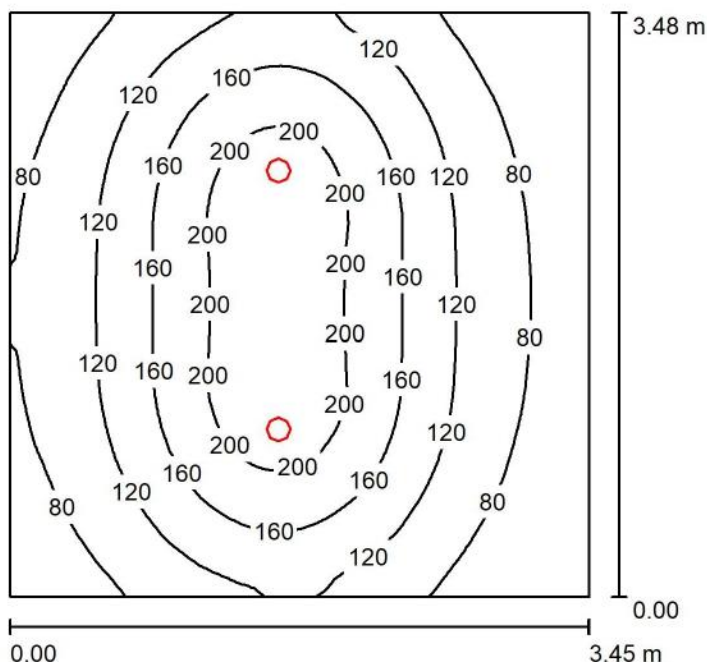
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (Tipo 1)* (1.000)	1000	1000	11.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 2000	Total: 2000	22.0

Valor de eficiencia energética: $3.44 \text{ W/m}^2 = 2.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.40 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Estar/Comedor / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.446 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	149	66	248	0.439
Suelo	61	84	4.37	151	0.052
Techo	73	50	35	62	0.691
Paredes (4)	73	69	3.74	161	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

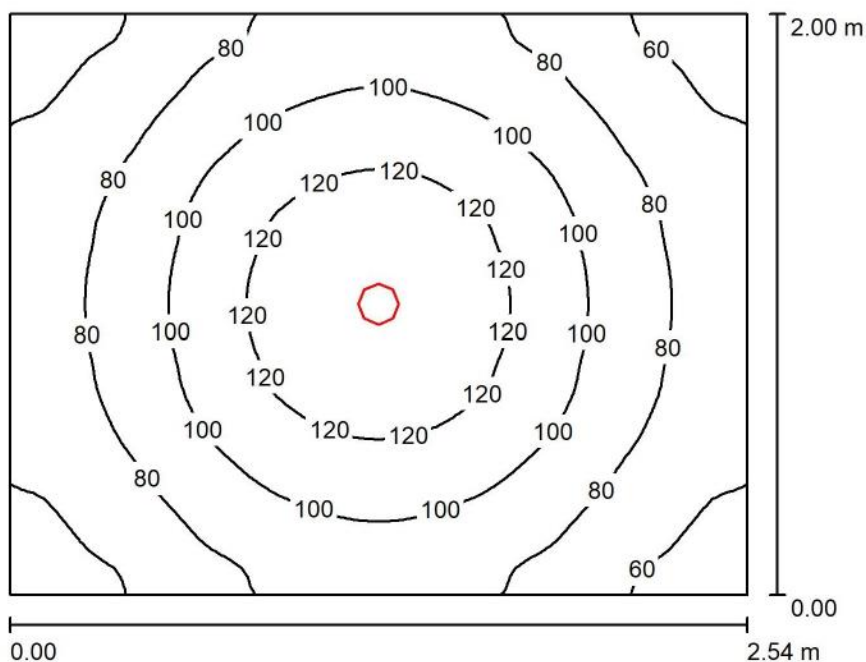
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (1.000)	1216	1216	11.0
			Total: 2432	Total: 2432	22.0

Valor de eficiencia energética: $1.83 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.01 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona almacen / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.546 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	105	29	150	0.275
Suelo	61	41	0.50	81	0.012
Techo	26	42	27	52	0.641
Paredes (4)	73	48	0.40	119	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

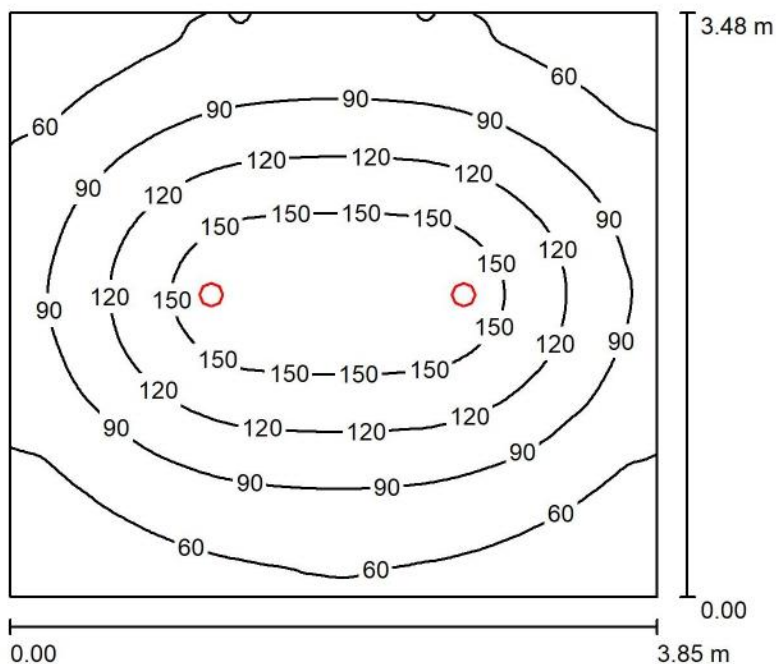
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (Tipo 1)* (1.000)	1000	1000	11.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 1000	Total: 1000	11.0

Valor de eficiencia energética: 2.17 W/m² = 2.39 W/m²/100 lx (Base: 5.08 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Habitación 2 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.546 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	104	6.00	175	0.058
Suelo	61	39	1.46	99	0.038
Techo	26	33	15	39	0.472
Paredes (4)	73	36	1.07	93	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

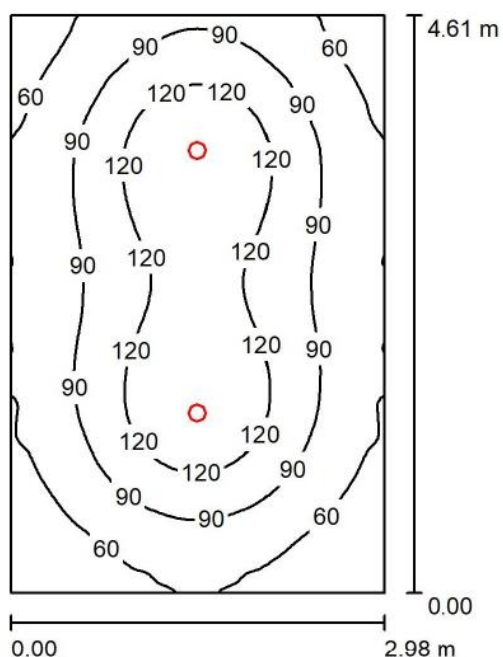
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (Tipo 1)* (1.000)	1000	1000	11.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 2000	Total: 2000	22.0

Valor de eficiencia energética: $1.64 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.40 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Habitación principal / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.546 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:60

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	95	43	149	0.451
Suelo	61	42	1.34	92	0.032
Techo	26	28	17	34	0.607
Paredes (4)	73	37	0.34	87	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

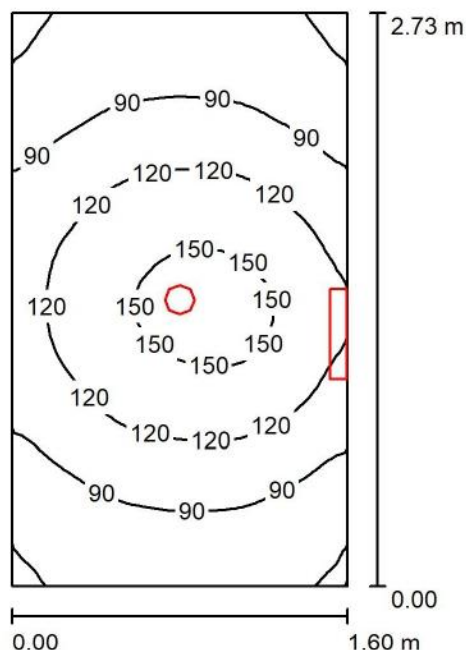
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (Tipo 1)* (1.000)	1000	1000	11.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 2000	Total: 2000	22.0

Valor de eficiencia energética: $1.60 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.74 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:36

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	107	9.55	163	0.090
Suelo	68	55	1.39	95	0.025
Techo	26	42	12	58	0.284
Paredes (4)	73	48	0.28	139	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

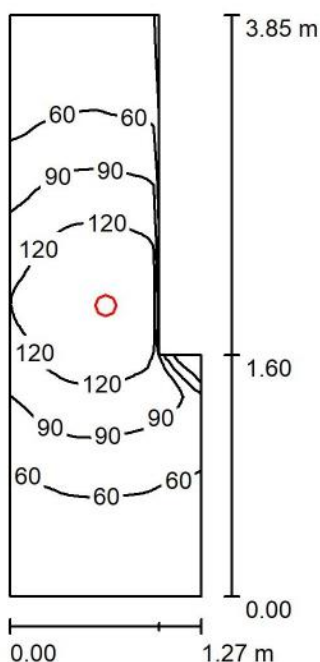
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Disano 420 Rigo - LED Disano 420 LED L430 CLD BIANCO (Tipo 1)* (1.000)	100	100	8.0
2	1	Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (Tipo 1)* (1.000)	1000	1000	11.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 1100	Total: 1100	19.0

Valor de eficiencia energética: $4.35 \text{ W/m}^2 = 4.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.37 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo planta alta / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.546 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	82	25	147	0.311
Suelo	61	58	25	82	0.421
Techo	26	34	15	99	0.436
Paredes (6)	73	50	13	662	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

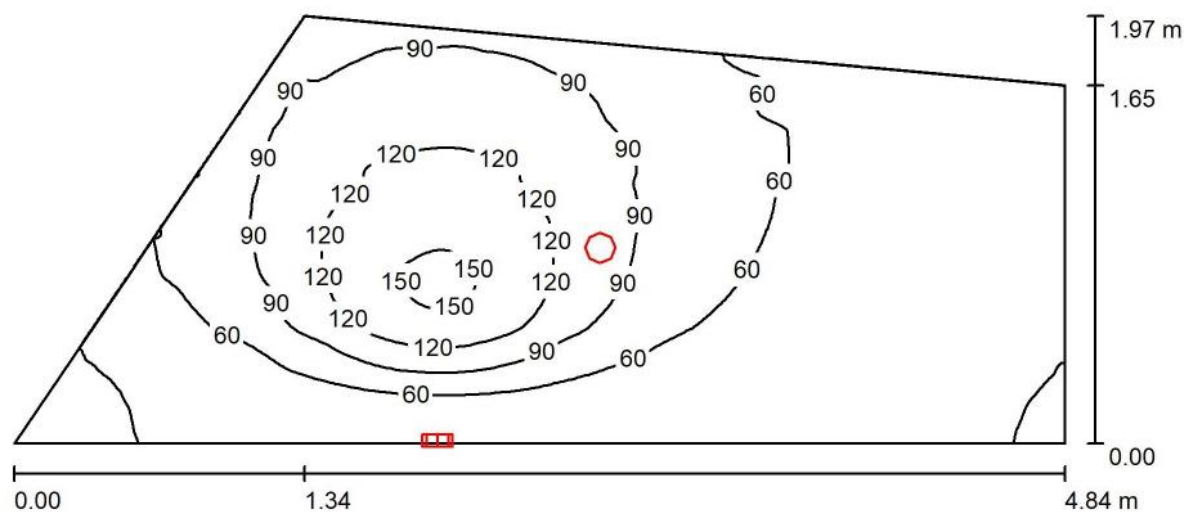
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (Tipo 1)* (1.000)	1000	1000	11.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 1000	Total: 1000	11.0

Valor de eficiencia energética: $2.58 \text{ W/m}^2 = 3.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.26 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Entrada / Resumen



Altura del local: 4.900 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	65	12	165	0.179
Suelo	63	35	2.67	75	0.076
Techo	0	34	17	50	0.485
Paredes (4)	49	51	1.99	156	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Disano 882 Compact CRI95 - 140mm Disano 882 LED 3K CLD BIANCO (1.000)	1216	1216	11.0
			Total: 2432	Total: 2432	22.0

Valor de eficiencia energética: $2.87 \text{ W/m}^2 = 4.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.65 m^2)

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO V

Agua Caliente Sanitaria Solar

ÍNDICE ANEXO V. Agua Caliente Sanitaria Solar.

2.5. Instalación Agua Caliente Sanitaria Solar.....	101
---	-----

Índice de figuras.

Figura 5.1. Termosifón Compac ECO 150 (GEA 316)

Índice de tablas.

Tabla 5.1. Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado.

2.5. Instalación Agua Caliente Sanitaria Solar.

Para la instalación de A.C.S. se tiene en cuenta lo estipulado en el Documento Básico HE4 de Ahorro de Energía.

Aquí se establecen detalles como el uso por persona dependiendo del tipo de establecimiento. Para este caso, vivienda vacacional, se determinará un uso de 28l/día por persona.

Criterio de demanda	Litros/día-persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21
Restaurantes	8
Cafeterías	1

Tabla 5.1. Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado.

Se ha calculado que, de media, la vivienda cuenta con una ocupación de 3 huéspedes, por lo que se seleccionará un acumulador para el uso de 4 personas (al menos 112 litros).

Para este proyecto se usará el termosifón modelo “Compac ECO 150” de 150 litros, del fabricante GEA 316.



Figura 5.1. Termosifón Compac ECO 150 (GEA 316)

Este termosifón está formado por un captador y un acumulador. El acumulador se divide en dos depósitos, uno exterior para un primer circuito y uno interior para el segundo.

Como se acaba de nombrar, el termosifón está formado por dos circuitos. Por el primero circula líquido anticongelante el cual serpentea por el captador hasta que se va calentando. Cuando el líquido adquiere la temperatura suficiente sube hasta el depósito exterior del acumulador y va calentando el agua. Una vez pierda temperatura, vuelve al captador. Por el segundo circuito circula el agua fría de la vivienda, esta entra en el depósito interior y es calentada por el líquido, una vez caliente se vuelve a inyectar a la red de ACS de la vivienda, pasando primero por un termo eléctrico, para que en el caso de que el agua no esté lo suficientemente caliente, el termo aumente su temperatura.

En “Planos” se puede ver el esquema de funcionamiento de esta instalación.

La instalación del termosifón se realizará en un techo anexo a la casa, del mismo propietario.

El lugar de instalación del termosifón se encuentra a 7 metros sobre el nivel de la entrada de agua de la vivienda, esto hará que el agua del suministro público llegue con presión de agua suficiente para alimentar el termosifón y no hará falta la instalación de bombas para la circulación de agua.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO VI

Rentabilidad

ÍNDICE ANEXO VI. Rentabilidad.

2.6. Cálculos rentabilidad de la instalación.....	106
---	-----

Índice de tablas.

Tabla 6.1. Energía generada mensualmente. PVGIS.

Tabla 6.2. Valores consumo y producción mensual para estudio de rentabilidad.

Tabla 6.3. Cálculo ahorro neto anual.

Tabla 6.4. Ayudas a cada una de las actuaciones en el sector residencial.

Tabla 6.5. Rentabilidad del proyecto.

2.6. Cálculos rentabilidad de la instalación.

Una instalación fotovoltaica se puede realizar de varias maneras, en este caso al tratarse de una vivienda ya conectada a red, se encuentran dos escenarios principales:

- Instalación con conexión a red.
- Instalación con acumulación en baterías.

Se llega a la conclusión de que esta propuesta con acumulación de baterías no resulta viable. Puesto que según el Pliego de Condiciones Técnicas [PCT], la autonomía de dicha instalación debe ser de al menos 3 días, en este caso, debido a que la instalación se encuentra sobredimensionada se podría cumplir esta cobertura. Pero debido a que se ha aumentado el coste de la instalación por su sobredimensión y que el coste de una instalación fotovoltaica con baterías suele ser actualmente de 3,2€/Wp - 3,7€/Wp, la inversión de esta instalación de acumulación retrasaría su amortización y con los precios actuales no puede ser cubierta por el cliente.

Una vez elegido el tipo de instalación se procederá a realizar los cálculos de rentabilidad económica de la instalación FV.

Cuando se habla de rentabilidad de las placas solares se hace referencia a la relación entre el coste de la instalación, el coste de la factura de la luz y el momento de amortización de la inversión.

Lo más importante es comparar el consumo de la vivienda y la producción de la instalación fotovoltaica. Para los cálculos de consumo han sido usados los valores disponibles en las facturas aportadas por la compañía administradora de los últimos 12 meses. Para los datos de producción de la instalación se ha usado el software PVGIS. (E_m: Producción eléctrica media mensual).

Mes	E _m	H(i) _m	SD _m
Enero	378.9	113.0	35.4
Febrero	404.8	120.7	53.7
Marzo	558.4	167.1	42.5
Abril	602.3	182.6	39.8
Mayo	679.0	207.4	48.2
Junio	682.5	210.5	46.0
Julio	741.2	230.0	32.3
Agosto	709.0	220.5	25.4
Septiembre	582.2	178.9	34.4
Octubre	469.6	143.7	27.2
Noviembre	359.5	108.5	30.9
Diciembre	345.2	103.1	36.9

Tabla 6.1. Energía generada mensualmente. PVGIS.

Se calcularán los excedentes mediante la diferencia entre la generada y la consumida. En la siguiente tabla se puede observar la relación entre estos datos.

Mes	Potencia (kWh)		Excedente (kWh)
jun-21	Producido	682,5	540,0
	Consumido	142,5	
jul-21	Producido	741,2	599,7
	Consumido	141,5	
ago-21	Producido	709,0	564,0
	Consumido	145,0	
sep-21	Producido	582,2	426,2
	Consumido	156,0	
oct-21	Producido	469,6	317,6
	Consumido	152,0	
nov-21	Producido	359,5	229,0
	Consumido	130,5	
dic-21	Producido	345,2	217,2
	Consumido	128,0	
ene-22	Producido	378,9	227,9
	Consumido	151,0	
feb-22	Producido	404,8	265,1
	Consumido	139,7	
mar-22	Producido	558,4	434,9
	Consumido	123,5	
abr-22	Producido	602,3	476,3
	Consumido	126,0	
may-22	Producido	679,0	582,0
	Consumido	97,0	

Total anual producido (kWh)	6512,6
Total anual consumido (kWh)	1933,14
Excedente anual (kWh)	4579,46

Tabla 6.2. Valores consumo y producción mensual para estudio de rentabilidad.

Se observa que la producción anual es de 6512,6 kWh. Pero no toda va a ser aprovechada de la misma manera, pues no se dispone de instalación de acumulación. Por ello, la energía que no es consumida directamente se inyecta a la red, de tal forma que se puede conseguir un beneficio económico por kWh de valor de venta inferior al valor de compra.

Se realiza el cálculo del ahorro neto por año, para ello tomaremos el valor de energía anual producida con un pequeño factor de reducción de producción por desgaste anual del 0,8%, también el precio de energía comprada a la red de 0,127783€/kWh, aumentando anualmente el índice de precio de consumo (IPC) +(1%), que será multiplicado por la energía real consumida por la vivienda y el de venta de excedentes de 0,045€/kWh multiplicado por el excedente inyectado a red. La suma de estos ahorros será el ahorro neto de la instalación.

Se supone un coste de mantenimiento equivalente al 1% del presupuesto.

En la siguiente tabla se muestra lo explicado anteriormente:

AÑO	Energía anual producida (kWh)	Consumido real anual (kWh)	Excedente FV (kWh)	IPC compra kWh [+1% anual €/kWh]	IPC venta kWh [+1% anual €/kWh]	Coste de mantenimiento (€)	Ahorro neto (€)
1	6512,600	1933,140	4579,460	0,128	0,045	120	333,098
2	6460,499	1923,474	4556,563	0,129	0,045	120	335,341
3	6408,815	1933,092	4533,780	0,130	0,046	120	340,102
4	6357,545	1942,757	4511,111	0,132	0,046	120	344,925
5	6306,684	1952,471	4488,555	0,133	0,047	120	349,809
6	6256,231	1962,233	4466,113	0,134	0,047	120	354,757
7	6206,181	1972,044	4443,782	0,136	0,048	120	359,769
8	6156,532	1981,905	4421,563	0,137	0,048	120	364,845
9	6107,279	1991,814	4399,455	0,138	0,049	120	369,988
10	6058,421	2001,773	4377,458	0,140	0,049	120	375,197
11	6009,954	2011,782	4355,571	0,141	0,050	120	380,474
12	5961,874	2021,841	4333,793	0,143	0,050	120	385,819
13	5914,179	2031,950	4312,124	0,144	0,051	120	391,234
14	5866,866	2042,110	4290,563	0,145	0,051	120	396,720
15	5819,931	2052,321	4269,111	0,147	0,052	120	402,277
16	5773,371	2062,582	4247,765	0,148	0,052	120	407,907
17	5727,184	2072,895	4226,526	0,150	0,053	120	413,611
18	5681,367	2083,260	4205,394	0,151	0,053	120	419,389
19	5635,916	2093,676	4184,367	0,153	0,054	120	425,243
20	5590,829	2104,144	4163,445	0,154	0,054	120	431,174
21	5546,102	2114,665	4142,628	0,156	0,055	120	437,183
22	5501,733	2125,238	4121,914	0,157	0,055	120	443,271
23	5457,719	2135,864	4101,305	0,159	0,056	120	449,440
24	5414,058	2146,544	4080,798	0,161	0,057	120	455,690
25	5370,745	2157,276	4060,394	0,162	0,057	120	462,022

Tabla 6.3. Cálculo ahorro neto anual.

Para calcular el tiempo de amortización de la instalación se parte de un presupuesto inicial de 11878,61€.

Lo primero será partir de la base de subvención del Gobierno de Canarias. A partir del Real Decreto 477/2021 de 29 de junio, “por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.”

El tipo de instalación realizada pertenece al “Programa de incentivos 4: Realización de instalaciones de autoconsumo, con fuentes de energía renovable, en el sector residencial, las administraciones públicas y el tercer sector, con o sin almacenamiento.”

La ayuda que se otorga a la instalación se establece en torno a valores unitarios constantes indicados la tabla siguiente.

Actuaciones	Módulo [Ayuda (€/kWp)]	Módulo para el caso de autoconsumo colectivo [Ayuda (€/kWp)]
Instalación Fotovoltaica autoconsumo (1.000 kWp < P ≤ 5.000 kWp).	300	355
Instalación Fotovoltaica autoconsumo (100 kWp < P ≤ 1.000 kWp).	350	420
Instalación Fotovoltaica autoconsumo (10 kWp < P ≤ 100 kWp).	450	535
Instalación Fotovoltaica autoconsumo (P ≤ 10 kWp).	600	710
Instalación eólica (500 kW < P ≤ 5.000 kW) para autoconsumo.	650	775
Instalación eólica (20 kW < P ≤ 500 kW) para autoconsumo.	1.950	2.250
Instalación eólica (P ≤ 20 kW) para autoconsumo.	2.900	3.350

Tabla 6.4. Ayudas a cada una de las actuaciones en el sector residencial.

La ayuda total a percibir se obtendrá como:

$$\text{Ayuda total} = \text{módulo} \cdot P_s$$

Donde:

P_s : Potencia real de la instalación en kW

$$\text{Ayuda total} = \frac{600\text{€}}{\text{kW}} \cdot 4,15\text{kW} = 2490\text{€}$$

Al presupuesto inicial de 14831,34€ se le resta esta subvención. Partiendo el cálculo de amortización, por tanto, de 12341,34€.

Con el ahorro neto anual calculado en la tabla 13 se realizan los cálculos para obtener la rentabilidad anual y el año en el que se recuperará la inversión. Los resultados se ven en la siguiente tabla:

AÑO	Ahorro neto (€)	Ahorro acumulado (€)	Rentabilidad (€)
0	0	0	-12341,34
1	333,10	333,10	-12008,24
2	335,34	668,44	-11339,80
3	340,10	675,44	-10664,36
4	344,92	685,03	-9979,33
5	349,81	694,73	-9284,60
6	354,76	704,57	-8580,03
7	359,77	714,53	-7865,51
8	364,85	724,61	-7140,89
9	369,99	734,83	-6406,06
10	375,20	745,18	-5660,87
11	380,47	755,67	-4905,20
12	385,82	766,29	-4138,91
13	391,23	777,05	-3361,86
14	396,72	787,95	-2573,90
15	402,28	799,00	-1774,91
16	407,91	810,18	-964,72
17	413,61	821,52	-143,21
18	419,39	833,00	689,79
19	425,24	844,63	1534,43
20	431,17	856,42	2390,84
21	437,18	868,36	3259,20
22	443,27	880,45	4139,65
23	449,44	892,71	5032,37
24	455,69	905,13	5937,50
25	462,02	917,71	6855,21

Tabla 6.5. Rentabilidad del proyecto.

Como se observa en la tabla, la inversión de 14831,34€ será recuperada en 18 años. Además, teniendo unas ganancias a los 25 años (garantía de los paneles) de 6855,21€.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO VII

Recogida de llluvias

ÍNDICE ANEXO VII. Recogida de llluvias.

2.7. Recogida de agua de lluvia.....	113
2.7.1 Diseño.....	113
2.7.2 Funcionamiento	113
2.7.3 Estudio precipitaciones	114
2.7.4 Situación climática Municipio de Tegueste.	116
2.7.5 Conclusión	117

Índice de figuras.

Figura 7.1. Esquema de composición de la instalación de recogida de llluvias.

Figura 7.2. Situación geográfica estaciones meteorológicas y vivienda.

Figura 7.3. Imagen gráfica pluviometría media anual en la Isla de Tenerife.

Figura 7.4. Zonas climáticas municipio de Tegueste.

Índice de tablas.

Tabla 7.1. Datos estudio 1 precipitaciones en el municipio de Tegueste.

Tabla 7.2. Datos estudio 2 precipitaciones en el municipio de Tegueste.

2.7. Recogida de agua de lluvia

Para el proyecto se baraja la idea de la instalación de un sistema de recogida de lluvias para su posterior uso en el agua que es utilizada para el WC.

2.7.1 Diseño

La instalación consta de una canaleta de recogida colocada en el borde del techo inclinado, que dirige el agua hacia un tubo con caída directa a un tanque de agua situado en la parte inferior de la vivienda. Y también de caída directa en otro tanque situado en el techo. A este último tanque se encuentra unido mediante unas tuberías y una bomba el tanque situado en la parte inferior. El tanque inferior también cuenta con conexión de toma de agua de la calle.

2.7.2 Funcionamiento

En la siguiente imagen se observa el esquema simplificado de cómo sería la composición de la instalación:

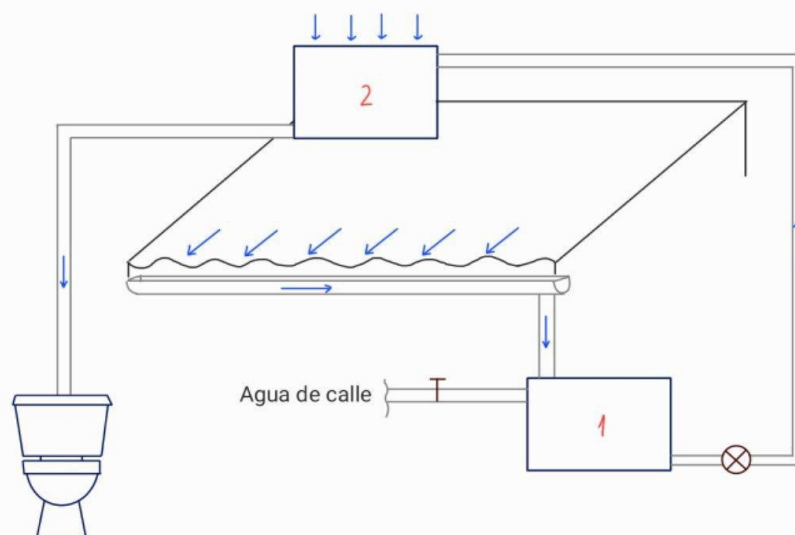


Figura 7.1. Esquema de composición de la instalación de recogida de lluvias.

El funcionamiento de la instalación está creado para que en el tanque superior siempre se encuentre lleno por encima del 50% de su capacidad y el inferior por encima del 30%. De esta forma siempre habrá agua disponible para el WC.

Si la 1 está vacía al 30% de su capacidad, cogerá agua directamente de la calle hasta llenar el 50%.

Si la 2 está al 50% de su capacidad, activará la bomba para llenarse hasta el 80%. De tal forma que siempre exista una reserva de agua suficiente para abastecer el sistema.

2.7.3 Estudio precipitaciones

Para ver la viabilidad de esta instalación se han realizado dos estudios. El primero extraído de datos privados recogidos desde una pequeña estación meteorológica situada en el casco del municipio de Tegueste, del cual se tienen datos actualizados hasta el año 2020, como se observa en la siguiente tabla (datos en mm o $\frac{L}{m^2}$):

Año	en	feb	mrz	abr	my	jun	jul	agt	sep	oct	nov	dic
2013	28,6	40,8	54,2	11,6	17,2	23,6	4,8	5,4	10,4	28,0	64,4	147,2
2014	165,0	86,8	46,8	15,4	22,2	6,0	23,6	8,4	11,2	52,2	307,6	99,8
2015	63,4	71,2	48,6	33,6	25,6	17,6	3,8	59,2	20,6	278,4	22	28,6
2016	16,8	146,6	58,4	67,2	62,0	16,4	34,2	1,8	27,4	42,2	155,4	57,6
2017	41,6	98,0	44,2	6,8	22,8	5,0	19,4	20,2	18,6	11,0	18,8	71,0
2018	72,8	113,7	36,0	80,0	21,6	20,4	0,2	4,6	0,2	105,8	193,4	0,2
2019	55,0	51,4	38,0	44,2	4,0	37,6	20	2,6	0,4	44,6	65,8	66,4
2020	15,2	4,4	99,6	66,2	7,8	12,4	0,0	3,8	7,4	87,8	27,8	-

Min	15,2	4,4	36,0	6,8	4,0	5,0	0,0	1,8	0,2	11,0	18,8	0,2
Max	165	146,6	99,6	80,0	62,0	37,6	34,2	59,2	27,4	278,4	307,6	147,2
Media	57,3	76,61	53,23	40,63	22,9	17,38	13,25	13,25	12,03	81,25	106,9	67,26

Tabla 7.1. Datos estudio 1 precipitaciones en el municipio de Tegueste.

De este estudio se adquiere una media mensual de 561,97 mm

El segundo estudio es extraído a partir de la página de “Agrocabildo”, desde la estación meteorológica situada en Los Llanos de San Ignacio-La Padilla (municipio de Tegueste) cuyos datos se encuentran actualizados hasta agosto de 2021, reflejados en la siguiente tabla (datos en mm o $\frac{L}{m^2}$):

Año	en	feb	mrz	abr	my	jun	jul	agt	sep	oct	nov	dic
2013	20,02	22,7	36,3	6,4	11,9	16,2	3,0	2,6	7,2	26,3	39,4	114,0
2014	149,7	66,9	38,9	9,2	12,0	7,6	20,4	5,4	10,5	34,9	283,2	77,3
2015	47,3	47,2	84,5	12,1	2,9	6,9	2,0	56,9	9,3	223,1	9,8	15,3
2016	10,6	134,3	43,1	65,5	56,8	13,2	22,9	0,3	2,0	55,5	148,3	46,7
2017	43,7	76,3	27,8	5,7	25,1	4,1	13,4	1,4	11,9	9,3	16,3	48,2
2018	48,7	80,3	29,0	57,9	7,1	24,2	0,0	7,0	1,0	119,3	167,6	0,4
2019	44,8	32,6	37,2	49,8	6,1	39,4	12,7	2,6	0,4	47,5	53,0	57,9
2020	10,0	4,7	84,6	69,1	8,3	7,2	0,0	4,7	3,4	69,4	116,3	59,0

Min	10,0	4,7	27,8	5,7	2,9	2,4	0,0	0,3	0,4	9,3	9,8	0,4
Max	149,7	134,3	84,6	69,1	56,8	39,4	22,9	56,9	11,9	223,1	283,2	114
Media	46,85	58,13	47,68	34,46	16,28	14,85	9,3	30,4	5,71	73,16	104,2	52,35

Tabla 7.2. Datos estudio 2 precipitaciones en el municipio de Tegueste.

De este estudio se adquiere una media mensual de 473,12 mm

En la siguiente imagen se observa: en color azul la estación con la que se ha realizado el primer estudio (Tegueste Casco); en color rojo la estación del segundo estudio (Los Llanos de San Ignacio-La Padilla); en color amarillo la vivienda donde se quiere realizar la instalación.



Figura 7.2. Situación geográfica estaciones meteorológicas y vivienda.

Para analizar si es factible la instalación que se propone, se relacionan los datos obtenidos en los estudios y la información que se puede sacar de la siguiente imagen:

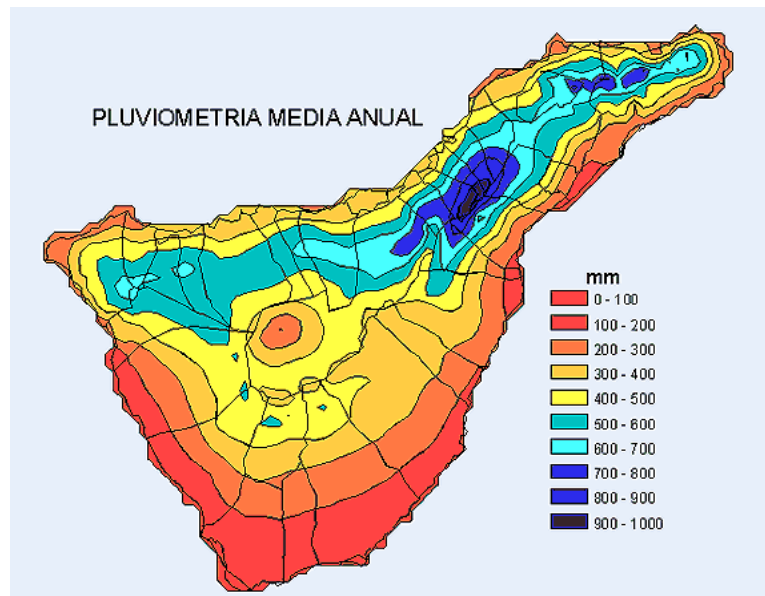


Figura 7.3. Imagen gráfica pluviometría media anual en la Isla de Tenerife.

Se observa que en la zona se puede ver que el municipio de Tegueste coincide con Isoyeta 500-600mm . Justo en el punto en el que se encuentra la vivienda 400-500mm . Se observa que coincide con los datos extraídos de los dos estudios de las estaciones meteorológicas.

2.7.4 Situación climática Municipio de Tegueste.

Según el Plan General de Ordenación de Tegueste de julio de 2014. En el municipio de Tegueste se pueden establecer dos zonas climáticas: una zona de medianías semiárida, con temperaturas suaves casi todo el año, con cierta influencia de la humedad del alisio y unas precipitaciones medias que pueden ser hasta de 500 litros anuales; y una zona de medianías altas, de temperaturas frescas todo el año, algo frías en invierno y precipitaciones en torno a los 700 litros anuales que permiten cultivos de sequeiro y frutales templados.

La vivienda se encuentra en la primera zona (medianía semiárida), como se muestra en la imagen siguiente:

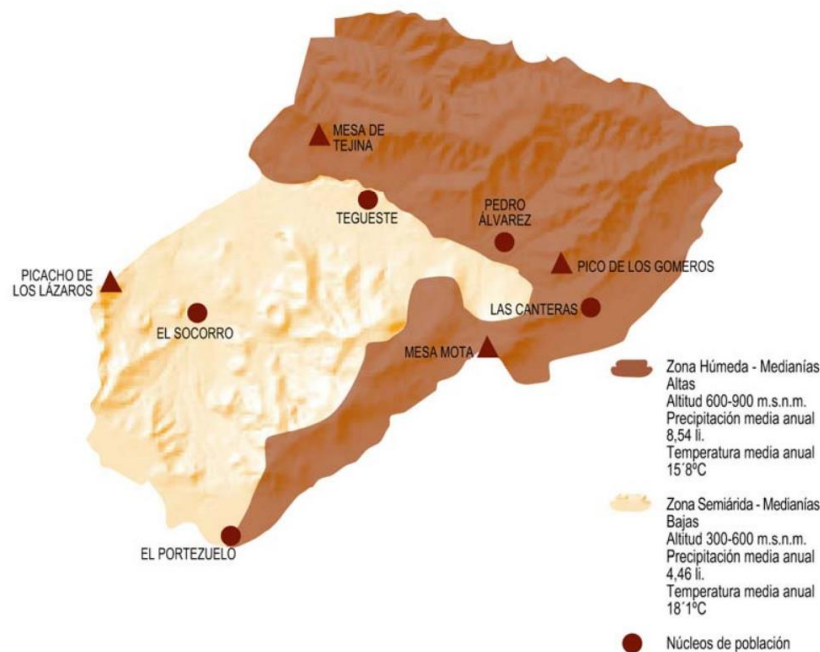


Figura 7.4. Zonas climáticas municipio de Tegueste.

Corresponde con una franja altitudinal comprendida aproximadamente entre los 300 y los 600 m. En esta zona, aunque la nubosidad es frecuente, no existe una incidencia alta de las nieblas procedentes de los alisios.

El clima es de transición de marítimo cálido a mediterráneo seco.

El periodo seco es de mayo a septiembre, aunque las curvas de precipitaciones no llegan a cero, es decir, que hay precipitaciones muy ligeras durante el verano.

La época de lluvias empieza en octubre con un período húmedo entre octubre y abril.

2.7.5 Conclusión

Una vez analizados los datos se descarta la instalación de recogida de agua de lluvia para su futuro uso en el agua de WC. Puesto que no se considera una precipitación suficiente para la amplitud de la instalación. Ni un aprovechamiento real de las precipitaciones para el uso que se quiere dar.

Como idea de mejora para la instalación sería cambiar su uso, y añadiendo el agua resultante de la ducha a la recogida por la lluvia, usarla para el regadío de jardines, en el caso de que en un futuro la casa cuente con ellos.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO VIII

**Estudio básico de Seguridad y
Salud**

ÍNDICE ANEXO VIII. Estudio básico de Seguridad y Salud.

2.8. Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	120
2.8.1. Objeto.	120
2.8.2. Condiciones de las instalaciones.	121
2.8.3. Actividades a realizar.	121
2.8.4. Análisis de los riesgos.....	122
2.8.4.1. Trabajo en altura.....	122
2.8.4.2. Transporte de material.....	124
2.8.4.3. Montaje de componentes.....	126
2.8.4.4 Herramientas manuales.....	128
2.8.4.5. Uso de andamios, plataformas elevadoras y escaleras móviles.....	129
2.8.4.6. Trabajos en tensión.	131
2.8.4.7. Trabajos próximos a elementos en tensión.	132
2.8.4.8. Trabajos sin tensión.....	134
2.8.5. Mantenimiento y uso de los equipos de protección.	136
2.8.6. Medidas de emergencia.....	136
2.8.6.1. Primeros auxilios.	137
2.8.6.2. Medio de auxilio.....	137
2.8.6.3. Asistencia a los accidentados.....	138
2.8.7. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.....	139

Índice de figuras.

- Figura 8.1. Cartel en entrada de obra.
- Figura 8.2. Señalización de seguridad caídas.
- Figura 8.3. Señalización de seguridad pisadas
- Figura 8.4. Señalización caída de objetos.
- Figura 8.5. Zona de peligro.
- Figura 8.6. Zona de proximidad de riesgo eléctrico.
- Figura 8.7. Cinco Reglas de Oro
- Figura 8.8. Señalización botiquín.

2.8. Estudio Básico de Seguridad y Salud.

2.8.1. Objeto.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, acorde al 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.

Los objetivos que se pretende estudiar en este plan son los siguientes:

- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen. Descubrir los tipos de riesgos posibles y plantear una solución de mejora.
- Evitar toda posibilidad de riesgo durante el proceso de instalación.
- Sustituir todo elemento que entrañe peligro por los que supongan poco o ningún peligro.
- Imponer medidas de seguridad.
- Definir las protecciones individuales y colectivas en función del tipo de riesgo expuesto.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Ofrecer a los trabajadores toda la información necesaria para cumplir con las normativas. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

Además, el objetivo de este estudio también es que cada uno de los trabajadores sean capaces de:

- Conocer los aspectos más importantes de las medidas de emergencias.
- Como realizar de forma segura los primeros auxilios tras un accidente.

2.8.2. Condiciones de las instalaciones.

Las instalaciones diseñadas en el proyecto se ubicarán tanto en el interior como en la parte alta de la vivienda.

Los trabajos que se realizarán tendrán riesgos de varios tipos, pero los más preocupantes son las caídas a distintas alturas y la electrocución. Durante este Estudio Básico de Seguridad y Salud se intentará tomar medidas de seguridad con el fin de reducir todos los riesgos posibles, no solo para un riesgo en específico, sino para todos los detectados posibles.

2.8.3. Actividades a realizar.

A continuación, se muestran las actividades que se van a realizar durante el transcurso de la obra.

- Montaje de sistemas para garantizar la seguridad de los operarios.
- Montaje de estructuras soporte en la cubierta de la vivienda.
- Instalación de cableado de instalación eléctrica de la vivienda.
- Montaje de cuadro de protección y medida de la vivienda.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos.
- Montaje del inversor.
- Conexiones de puesta a tierra.
- Instalación de cableado de corriente continua y corriente alterna.
- Montaje de sistemas de protección.
- Instalación de termosifón.
- Pruebas y puesta en marcha de instalaciones.

Estas actividades mediante trabajos en los cuales existen riesgos importantes que se deben considerar:

- Trabajos en el montaje.
- Transporte de material.
- Trabajos próximos a elementos con tensión.
- Trabajos sin tensión.
- Trabajos en alturas.
- Colocación de los componentes de las instalaciones.
- Uso de escaleras de mano, andamios o plataformas elevadoras.
- Trabajo con herramientas manuales.

Para todos estos trabajos existen diferentes riesgos asociados. Durante su ejecución pueden surgir riesgos de choques, golpes, cortaduras, caídas, riesgos eléctricos, etc.

2.8.4. Análisis de los riesgos.

A la entrada a la obra deberá presentarse como mínimo la señalización siguiente:

- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.



Figura 8.1. Cartel en entrada de obra.

2.8.4.1. Trabajo en altura.

Se trata de una actividad extremadamente peligrosa la cual necesita medidas de control para mejorar la calidad de trabajo y así, garantizar la seguridad del trabajador y reducir los accidentes de este tipo.

Este tipo de trabajo conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Pisada sobre objetos.
- Choques/golpes contra objetivos móviles.
- Choques/golpes contra objetivos inmóviles.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Sobreesfuerzos.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

La protección individual se considerará como procedimiento complementario a la protección colectiva. Esta última es una técnica que protege a los operarios frente a los peligros y se usará siempre, en el caso de que esta no pueda controlar todos los peligros entrañados se hará uso de la protección individual.

Cabe destacar que la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, especifica que se deben adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

Para reducir el nivel de riesgo de los peligros detectados se debe implementar medidas de acción preventivas, con el objetivo de reducir en su máxima capacidad el riesgo de accidente.

- Riesgo de caídas al mismo/distinto nivel o golpes/ choques contra objetos:
 - o La delimitación de las zonas donde exista riesgo de caídas de personas, objetos o choques y golpes, mediante un color de seguridad. Esta señalización se efectuará con la alternación de franjas amarillas y negras con una inclinación aproximada de 45°.



Figura 8.2. Señalización de seguridad caídas.

- Riesgo de pisadas sobre objetos:
En el supuesto caso de que haya una mala organización en el área de trabajo, siempre está la posibilidad de pisadas sobre obstáculos y, por consiguiente, originar riesgo sobre los operarios. A continuación, se hará un pequeño listado sobre las medidas a tomar para reducir de forma considerable estos riesgos incensarios:

- o Mantener la zona de trabajo bien señalizada y libre de obstáculos para evitar riesgo de caídas de los operarios.
- o Eliminar los objetos no necesarios en la zona de trabajo, eliminar la basura generada durante el trabajo. Si es necesario, señalizar la zona afectada para evitar el paso hasta finalizar la limpieza.
- o Se debe garantizar una correcta iluminación del área de trabajo para poder visualizar cualquier peligro.



Figura 8.3. Señalización de seguridad pisadas.

- Riesgo de exposición a temperaturas ambientales extremas:

Al realizar trabajos en altura hay que tener en cuenta la exposición de los trabajadores al propio ambiente, es por esto por lo que se debe implantar medidas de precaución para evitar riesgos de este tipo, como pueden ser habilitar zonas de sombra para el descanso de los operarios, planificar las actividades más costosas en horas de menor calor, planificar varios descansos si las condiciones de trabajo no son favorables o suministrar bebidas hidratantes a cada uno de los trabajadores.

Equipos de protección a utilizar.

EPC para reducir los riesgos y asegurar a los trabajadores:

- Barandillas: Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de riesgo de caída de distinto nivel de altura.
- Redes: Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de caídas en altura de distinto nivel, con el objetivo de detener la caída tanto de objetos como de personas implicadas en el trabajo.
- Entablado: Se tratan de protecciones horizontales usadas para proteger huecos y evitar atrapamientos de extremidades o lesiones más graves.
- Líneas de vida: Si debido a distintas circunstancias, la posibilidad de instalar protecciones colectivas es imposible, se hará uso de líneas de vida que pueden ser horizontales (Instaladas conforme la norma técnica UNE/EN 795 2012) o verticales (No dispone de norma técnica para su instalación, pueden ser de cuerda o cable y se debe utilizar con un equipo anticaídas en base a la norma UNE/353-2)

EPI para reducir riesgo de golpes, caídas y heridas sangrantes

- Botas antideslizantes.
- Guantes y mangas.
- Cascos.
- Gafas protectoras.
- Arnés de seguridad anticaídas

2.8.4.2. Transporte de material.

Dependiendo del material a transportar, este trabajo se puede convertir en una actividad peligrosa.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Pisada sobre objetos.
- Choques/golpes contra objetos inmóviles.
- Choques/golpes contra objetos móviles.

- Golpes/cortes con objetos.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina.
- Sobreesfuerzo.
- Vuelcos.
- Fatiga física por desplazamiento.
- Fatiga física por manejo de cargas.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

Durante las operaciones de transporte pueden ocurrir gran cantidad de accidentes si no se aplican medidas preventivas necesarias para mitigar los riesgos posibles. Por tanto, se tendrá que establecer unas condiciones mínimas de trabajo para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Cabe destacar que el RD 487/1997, es la norma que “establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en cuanto al transporte y manipulación de cargas que puedan entrañar peligros”, es por ello por lo que se tendrá en cuenta para tomar las medidas preventivas asociadas a esta actividad:

- Riesgo de atrapamientos y golpes:
 - o Procurar que el terreno de trabajo sea estable, sin ningún tipo de pendiente.
 - o Si el terreno de trabajo posee de cierta inclinación, tomar las medidas adecuadas para erradicar los peligros.
 - o Utilizar equipos de protección en todo momento.
- Riesgo de caídas de personas al mismo nivel:
 - o Utilizar calzado adecuado.
 - o Limpiar y organizar la zona de paso, evitando materiales y materiales resbaladizos en el área de trabajo.
 - o Utilizar equipos de protección.
- Riesgo de caídas de objetos en manipulación:
 - o Garantizar la estabilidad de las cargas de transporte.
 - o Utilizar medidas para la buena sujeción de los objetos.



Figura 827.4. Señalización caída de objetos.

- Riesgo por sobreesfuerzo:
 - o No superar los límites de manipulación manual de cargas durante el proceso de transporte.
 - o Intentar hacer uso de medios auxiliares para el manejo de cargas.
 - o Aplicar técnicas para levantar y transportar los materiales de forma manual.
 - o Si la carga es muy pesada y no se dispone de medios auxiliares, solicitar ayuda de cualquier compañero para el reparto del peso.

- Riesgo por cortes:
 - o Uso adecuado de elementos de protección.
 - o Uso de medios auxiliares para el manejo de cargas cortantes.

Equipos de protección a utilizar:

EPC para reducir los riesgos y asegurar a los trabajadores

- Carretilla elevadora.
- Carretilla de mano.

EPI para protección ante golpes, caídas y cortes

- Casco de protección.
- Calzado de protección.
- Rodilleras.
- Protección para los empeines.
- Guantes contra agresiones mecánicas.
- Chalecos contra agresiones mecánicas.

2.8.4.3. Montaje de componentes.

El montaje de componentes puede derivar daños a los trabajadores si no se toma las medidas de prevención adecuadas.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas objetos en manipulación.
- Golpes/cortes con objetos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a condiciones ambientales desfavorables.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

- Riesgo por sobreesfuerzo:
 - o No superar los límites de manipulación manual de cargas durante el proceso de transporte.
 - o Intentar hacer uso de medios auxiliares para el manejo de cargas.
 - o Aplicar técnicas para levantar y transportar los materiales de forma manual.
 - o Si la carga es muy pesada y no se dispone de medios auxiliares, solicitar ayuda para el reparto del peso.

- Riesgo por cortes:
 - o Uso adecuado de elementos de protección.
 - o Uso de medios auxiliares para el manejo de cargas cortantes.

- Riesgo de caídas de personas al mismo nivel:
 - o Utilizar calzado adecuado.
 - o Limpiar y organizar la zona de paso, evitando materiales y líquidos resbaladizos por el terreno.

- Riesgo de atrapamientos y golpes:
 - o Procurar que el terreno de trabajo sea estable, sin ningún tipo de pendiente.
 - o Si el terreno de trabajo posee de cierta inclinación, tomar las medidas adecuadas para solventar los peligros.
 - o Utilizar equipos de protección en todo momento.

- Riesgo ante condiciones ambientales desfavorables:
 - o En caso de lluvias, fuertes vientos o nieve, cancelar toda actividad hasta que las condiciones meteorológicas cambien.
 - o En caso de exceso de polvo en el ambiente, utilizar equipos de protección para las vías respiratorias.

Equipos de protección a utilizar:

EPI para reducir riesgo de cortes, golpes y caídas

- Casco de protección.
- Calzado de protección.
- Rodilleras.
- Protección para los empeines.
- Guantes contra agresiones mecánicas.
- Chalecos contra agresiones mecánicas.

2.8.4.4 Herramientas manuales.

Estas herramientas serán destinadas al uso por parte de los trabajadores. El uso indebido o inadecuado de ellas puede derivar a riesgos de seguridad y salud.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.
- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

El empleo inadecuado de herramientas de mano son origen de una cantidad importante de lesiones partiendo de la base de que se supone que todo el mundo sabe cómo utilizar las herramientas manuales más corrientes.

A nivel general se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección correcta de las herramientas para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

Equipos de protección a utilizar:

EPI para reducir riesgo de cortes, golpes y caídas

- Casco de protección.
- Calzado de protección.
- Rodilleras.
- Protección para los empeines.
- Guantes y mangas contra agresiones mecánicas.
- Chalecos contra agresiones mecánicas.
- Gafas protectoras.

2.8.4.5. Uso de andamios, plataformas elevadoras y escaleras móviles.

Estos equipos serán destinados para transportar materiales y personas a una zona de trabajo inaccesible debido a diferencia de altura. El uso de estos medios puede derivar a ciertos riesgos y poner la seguridad y salud de los trabajadores en peligro.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Vuelcos de andamios por fallos en la estabilización de la base.
- Deslizamientos de escaleras móviles.
- Resbalones del personal en andamios, plataformas o escaleras.
- Caídas de objetos durante el uso de estos equipos.
- Sobreesfuerzos durante los trabajos de montaje.

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

Durante el uso de estos materiales siempre existen riesgo para los operarios por fallos en su instalación, excesos de confianza, etc. Por lo cual, se presentará una serie de medidas preventivas con el fin de garantizar la máxima seguridad en cada uno de los trabajos:

- Escaleras móviles:
 - o Se asegurará la fijación de las escaleras antes de su uso.
 - o Se utilizará tacos antideslizantes para evitar caídas de las escaleras durante el proceso de uso.
 - o El apoyo de la parte inferior de la escalera se efectuará en zonas horizontales a ser posible.
 - o En caso de zonas con inclinación, utilizar bases de nivelación que resistan el peso de la escalera y de al menos un operario.
 - o El uso de la escalera, tanto la subida como la bajada será de una persona, evitando el uso simultáneo de dos operarios o más.
 - o El trabajador utilizará la escalera de manera frontal, viendo en todo momento donde apoya las manos.
 - o Las escaleras que presenten deterioros en cualquier parte de ella deberán ser sustituida lo antes posible. En caso contrario, se prohibirá la realización de cualquier actividad.
 - o Evitar el uso de escaleras con condiciones de luz desfavorables.
- Andamios:
 - o La estabilidad de los andamios a la hora de utilizarlos debe estar garantizada.
 - o Los andamios de alturas considerables deben poseer una barandilla para evitar caídas de personal al vacío.

- Los operarios que utilicen los andamios deberán utilizar equipos de protección acordes con los riesgos a los que puedan estar expuestos.
 - Se prohíbe el paso de un andamio a otro en altura por parte de un operario.
 - Se prohíbe actividades en andamios con condiciones meteorológicas desfavorables.
 - Evitar el uso de andamios con condiciones de luz desfavorables.
 - Los operarios deberán tener conocimientos adecuados sobre el uso de andamios.
 - Durante los procesos de montaje o desmontaje de andamios, nadie debe permanecer debajo de él.
 - Cada dos bases de altura se deberá instalar una barra diagonal de arrojamiento, dando mayor fijación y seguridad a la estructura.
- Plataformas elevadoras:
- Se asegurará la fijación de la plataforma antes de su uso.
 - La estabilidad de la plataforma debe ser garantizada en todo momento.
 - Utilización de equipos de protección durante las fases de trabajo.
 - Comprobar que no hay ningún obstáculo a la hora de subir la plataforma para reducir riesgos de choques.
 - No hacer uso de la plataforma con condiciones meteorológicas adversas.
 - No sobrecargar la plataforma tanto de operarios como de materiales, el peso máximo debe ser el indicado por el fabricante.
 - Cualquier defecto detectado en la plataforma que entrañe peligro para la seguridad del operario debe ser comunicada para repararlo o sustituirlo.
 - Evitar el uso de plataformas con condiciones de luz desfavorables.
 - Los operarios deberán tener conocimientos adecuados sobre el uso de plataformas.

Equipos de protección a utilizar:

EPC para reducir los riesgos y asegurar a los trabajadores

- Barandillas: Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de riesgo de caída de distinto nivel de altura con el fin de proteger la salud de los trabajadores
- Redes: Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de caídas en altura de distinto nivel, con el objetivo de detener la caída tanto de objetos como de personas implicadas en el trabajo.

EPI para protección ante golpes y caídas:

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas de protección/antideslizantes.
- Arnés de sujeción anticaídas.

2.8.4.6. Trabajos en tensión.

Los trabajos en tensión serán realizados por trabajadores cualificados y son aquellos que durante los cuales un trabajador entra en contactos con elementos en tensión o entra en la zona de peligro. Esta zona es el espacio alrededor de un elemento en tensión en el que existe riesgo cuando hay la presencia de un trabajador en ella.

Se dividen en dos zonas y se mide desde el punto central de tensión, donde se encuentra el elemento desnudo en tensión:

- Dpel-1: Cuando existe riesgo por sobretensión por rayo.
- Dpel-2: Cuando no existe riesgo por sobretensión por rayo.



Figura 8.5. Zona de peligro.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Choque eléctrico (por contacto directo o indirecto)
- Quemadura eléctrica
- Arco eléctrico
- Caídas o golpes debido a choque o arco eléctrico.
- Incendios y/o explosiones
- Electrocuciiones

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

En el caso de que estos trabajos se realicen al aire libre, se deberá tener en cuenta las condiciones ambientales desfavorables; estos trabajos se suspenderán cuando exista tormentas, vientos fuertes, lluvias fuertes, etc. Además, se tomarán las siguientes medidas preventivas:

- Las labores de instalación/repación las realizará un operario con formación académica y con autorización.
- El acceso al área de trabajo estará limitado a los trabajadores autorizados.
- Las herramientas manuales deben estar totalmente protegidas frente al contacto eléctrico.
- Asegurarse que los equipos utilizados para efectuar las actividades funcionan correctamente.

Equipos de protección a utilizar:

EPC ante riesgos eléctricos

- Verificador de ausencia de tensión.
- Juegos de puesta a tierra y cortocircuitos.
- Elementos de protección aislante y señalización.
- Pértigas aislantes.
- Banquetas aislantes.
- Alfombras aislantes.
- Sistemas anticaídas.
- Plataforma de trabajo.

EPI requeridos para trabajos eléctricos

- Guantes aislantes con protección mecánica.
- Gafas o pantallas faciales para riesgos eléctricos.
- Arnés o cinturón de seguridad (riesgo ante posible caída).
- Casco de seguridad aislante.
- Botas aislantes.
- Ropa aislante.

2.8.4.7. Trabajos próximos a elementos en tensión.

Los trabajos en proximidad son aquellos que durante los cuales un trabajador entra, o puede entrar a la zona de proximidad, sin entrar a la zona de peligro, bien sea con una parte de su propio cuerpo, o con las herramientas que está manipulando. La zona de proximidad se denomina al espacio alrededor de una zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta zona.

Esta zona se mide desde el punto máximo de tensión, se denomina D_{prox} y se divide en dos zonas:

- D_{prox-1} : Cuando se puede delimitar con precisión la zona de trabajo.
- D_{prox-2} : Cuando no se puede delimitar con precisión la zona de trabajo.



Figura 8.6. Zona de proximidad de riesgo eléctrico.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Choque eléctrico (por contacto directo o indirecto)
- Quemadura eléctrica
- Arco eléctrico
- Caídas o golpes debido a choque o arco eléctrico.
- Incendios y/o explosiones
- Electrocuciiones

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

En el caso de que estos trabajos se realicen al aire libre, se deberá tener en cuenta las condiciones ambientales desfavorables; estos trabajos se suspenderán cuando exista tormentas, vientos fuertes, lluvias fuertes, etc. Además, se tomarán las siguientes medidas preventivas:

- Las labores de instalación/reparación las realizará un operario con formación académica y con autorización.
- El acceso al área de trabajo estará limitado a los trabajadores autorizados.
- Las herramientas manuales deben estar totalmente protegidas frente al contacto eléctrico.
- Asegurarse que los equipos utilizados para efectuar las actividades funcionan correctamente.
- Colocación de una barrera física para asegurar la distancia de seguridad.

Equipos de protección a utilizar:

EPC ante riesgos eléctricos

- Verificador de ausencia de tensión.
- Juegos de puesta a tierra y cortocircuitos.
- Elementos de protección aislante y señalización.
- Pértigas aislantes.
- Banquetas aislantes.
- Alfombras aislantes.
- Sistemas anticaídas.
- Plataforma de trabajo.

EPI requeridos para trabajos eléctricos

- Guantes aislantes con protección mecánica.
- Gafas o pantallas faciales para riesgos eléctricos.
- Arnés o cinturón de seguridad (riesgo ante posible caída).
- Casco de seguridad aislante.
- Botas aislantes.
- Ropa aislante.

2.8.4.8. Trabajos sin tensión.

Los trabajos sin tensión son aquellas labores que se efectúan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

Las operaciones tanto de supresión como de reposición no las puede realizar cualquier trabajador:

- En Baja Tensión → Trabajadores Autorizados
- En Alta Tensión → Trabajadores Cualificados

La diferencia entre ambos es que el trabajador cualificado posee conocimientos especializados en instalaciones eléctricas debido a su formación, pero ambos deben tener una formación en Riesgos Eléctricos por parte del empresario.

Este tipo de actividad conlleva una serie de riesgos frecuentes:

- Choque eléctrico (por contacto directo o indirecto)
- Quemadura eléctrica
- Arco eléctrico
- Caídas o golpes debido a choque o arco eléctrico.
- Incendios y/o explosiones
- Electrocuciiones

Para evitar este tipo de riesgos existen medidas de acción preventivas:

Para realizar este tipo de trabajos primero se debe suprimir la tensión, para esto se debe tener claro la zona y los elementos en los cuales se van a trabajar. Se debe seguir un proceso estándar que se desarrolla en 5 pasos, también conocido como las 5 Reglas de Oro:



Figura 8.7. Cinco Reglas de Oro.

1. Desconectar: Aislar la instalación en la que se va a efectuar las actividades de cualquier fuente de alimentación.

Mantener especialmente atención a instalaciones con condensadores y motores eléctricos de CC.

2. Prevenir cualquier posible realimentación: Se utilizarán una serie de dispositivos de maniobra para que no permita la reconexión de la alimentación, tales como:
 - Bloqueo mecánico.
 - Controlados a distancia.
 - Alimentados por energía auxiliar.
3. Verificar la ausencia de tensión: Este tercer paso debe hacerse inmediatamente antes de realizar la puesta a tierra o cortocircuito. Ya que comprobar el correcto funcionamiento del dispositivo verificar antes y después de la maniobra. Existe dos tipos de verificadores:
 - Verificadores capacitivos → UNE-EN 61243-1.
 - Verificadores resistivos → UNE-EN 61243-2.
4. Poner a tierra y en cortocircuito: Se realizará en instalaciones de AT y en BT si hay riesgo de que pueda ponerse accidentalmente en tensión. Si no existe tomas de tierra en el área de trabajo se utilizarán dispositivo acorde a la norma UNE -EN 61230.
5. Proteger frente a elementos en tensión y señalizar la zona de trabajo: Se debe instalar señales que permitan considerar la zona como fuera de peligro. La zona de peligro no puede tener ningún tipo de pasillo de acceso. La señalización de la zona de trabajo se realizará acorde al RD 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Equipos de protección a utilizar

EPC ante riesgos eléctricos

- Verificador de ausencia de tensión.
- Juegos de puesta a tierra y cortocircuitos.
- Elementos de protección aislante y señalización.
- Pértigas aislantes.
- Banquetas aislantes.
- Alfombras aislantes.
- Sistemas anticaídas.
- Plataforma de trabajo.

EPI requeridos para trabajos eléctricos

- Guantes aislantes con protección mecánica.
- Gafas o pantallas faciales para riesgos eléctricos.
- Arnés o cinturón de seguridad (riesgo ante posible caída).
- Casco de seguridad aislante.
- Botas aislantes.
- Ropa aislante.

2.8.5. Mantenimiento y uso de los equipos de protección.

Según el artículo 7 del Real Decreto 773/1997, la utilización, almacenamiento, mantenimiento, limpieza, la desinfección cuando proceda, y la reparación de los equipos de protección individual deberán realizarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Salvo en casos especiales, los EPI sólo podrán utilizarse para los usos pronosticados.

Las condiciones que deben darse para la utilización de un equipo de protección se determinarán en función de los siguientes criterios:

- La gravedad del riesgo.
- El tiempo o frecuencia de exposición al riesgo.
- Las condiciones del puesto de trabajo.
- Los riesgos adicionales derivados de la propia utilización del equipo que no hayan podido evitarse.

Los equipos de protección individual estarán destinados a un uso personal. Si las circunstancias exigiesen la utilización de un equipo para varias personas, se adoptarán las medidas necesarias para ello.

2.8.6. Medidas de emergencia.

Se debe analizar las posibles situaciones de emergencias y adoptar medidas en materia de primeros auxilios. Un plan de emergencia se trata de un procedimiento de actuación a seguir en el supuesto caso de que se presenten riesgos, de tal forma que se minimicen los efectos antes las personas y garantizar la posterior evacuación.

Obligaciones en materia de emergencias:

- Analizar los riesgos y las consecuencias que se puedan derivar de estos riesgos.
- Adoptar medidas en materia de primeros auxilios, evacuación y lucha contra incendios.
- Formar a los trabajadores para poner en prácticas las medidas que se hayan adoptado.
- Facilitar materiales necesarios y mantener relaciones con servicios externos (Bomberos, Servicios sanitarios...).

- Mantener el plan de emergencia al igual que el Estudio Básico de Seguridad y Salud regularmente evaluado y verificado.

2.8.6.1. Primeros auxilios.

Los primeros auxilios en cualquier centro de trabajo son de gran importancia, se trata de la primera ayuda que se le ofrece al operario herido antes de ser asistido por personal cualificado. La ayuda que se le presta al herido la lleva a cabo la persona que se encuentra más cerca del afectado. Es por esto, que la divulgación de información sobre primeros auxilios a todos los trabajadores es de vital importancia.

Los riesgos más frecuentes durante el proceso de las actividades son los siguientes:

- Accidente laboral
- Golpe de calor

Se prevé una serie de actuaciones que se deben considerar para los riesgos detectados:

En el caso de accidente laboral:

- No mover al accidentado sin valorar previamente su estado salvo que sea necesario.
- Mantener al accidentado caliente mediante mantas, ropa térmica, etc.
- No proporcionar agua al accidentado.
- No dejar solo al accidentado hasta que llegue personal cualificado o los servicios de asistencia médica.

En el caso de golpe de calor:

- Avisar a los servicios sanitarios.
- Colocar a la persona afectada en un lugar con buena ventilación.
- Retirarle la ropa innecesaria y enfriarle el cuerpo.
- Abanicar a la persona afectada
- No dejar solo al accidentado hasta que llegue personal cualificado o los servicios de asistencia médica.

2.8.6.2. Medio de auxilio.

Según el Anexo VI del Real Decreto 486/1997, sobre material y locales de primeros auxilios establece que todas las zonas de trabajo deben poseer material para primeros auxilios en caso de accidentes, que deberá ser adecuado en cuanto a la cantidad, características, número de trabajadores y las facilidades de acceso al centro de salud más cercano.

Teniendo en cuenta cada uno de estos aspectos, se deberá tener en posesión un botiquín portátil. Las consideraciones que se deben tener en cuenta para los botiquines son:

- El contenido del botiquín debe ser exclusivo para materiales de primeros auxilios.
- El propio contenido del botiquín debe estar correctamente ordenado.
- Se debe reponer todo material usado y verificar su fecha de caducidad como indica el punto 4 del Anexo VI.

Se dispondrá de un botiquín en la obra. El contenido mínimo básico del botiquín según establece la normativa sería:

- Tijeras y pinzas.
- Apósitos estériles.
- Parches.
- Vendajes
- Gasas estériles.
- Esparadrapos.
- Guantes desechables.
- Manta termoaislante.
- Mascarilla de reanimación cardiopulmonar.
- Solución salina.
- Antisépticos.



Figura 8.8. Señalización botiquín.

2.8.6.1. Asistencia a los accidentados.

Se informará a la obra de los emplazamientos de los diferentes Centros Médicos, servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc. Donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Reconocimiento Médico: Todo personal que empiece a trabajar en la obra, deber pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el periodo de un año.

Los Centros más cercanos son los siguientes:

- Centro de Salud Tegueste. A 850m de la obra.
C. el Carmen, 21, 38280 Tegueste, Santa Cruz de Tenerife.

- Centro de Salud Tejina. A 4,3km de la obra.
Ctra. Gral. Tejina-Tacoronte, 67, 38260 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.
- Centro de Salud San Benito. A 11km de la obra.
C. Benito Pérez Galdós, s/n, 38203 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.
- Hospital Universitario de Canarias. A 14,3km de la obra.
Carretera Ofra S/N, 38320 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.

2.8.6. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.

El único riesgo catastrófico previsto es el incendio.

Normalmente los restantes riesgos: Inundaciones, frío intenso, movimientos sísmicos, Vendavales, etc. no pueden ser previstos.

Debiendo en tales casos suspenderse toda actividad de la obra, previo aseguramiento en la medida de lo posible y siempre dependiendo del factor sorpresa, de que la maquinaria de obra, andamios y demás elementos estén debidamente anclados, sujetos y/o protegidos, garantizando la imposibilidad de los mismos de provocar accidentes directos e indirectos sobre las personas y bienes.

- Riesgo de incendios.
No se espera la acumulación de materiales con alta carga de fuego. El riesgo considerado posible se cubrirá con las siguientes medidas:
 - o Realización de revisiones periódicas a la instalación eléctrica de la obra.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

ANEXO IX

Hoja de datos

ÍNDICE ANEXO IX. Hoja de datos.

2.9.1. Catálogos Instalación Fotovoltaica.....	142
2.9.1.1. Ficha técnica módulo Canadian Solar 415W.....	142
2.9.1.2. Ficha técnica Inversor SMA SUNNY BOY 4.0.....	144
2.9.1.3. Ficha técnica fusible.....	148
2.9.1.4. Ficha técnica interruptor sobretensiones.....	150
2.9.1.5. Ficha técnica interruptor magnetotérmico.....	152
2.9.1.6. Ficha técnica interruptor automático diferencial.....	155
2.9.1.7. Ficha técnica Contador bidireccional.....	158
2.9.2. Catálogos Agua Caliente Sanitaria Solar.....	160
2.9.2.1. Ficha técnica Termosifón Compac ECO 150.....	160







HiKu Mono



400 W ~ 425 W

CS3N-400 | 405 | 410 | 415 | 420 | 425MS

MORE POWER

-  Module power up to 425 W
Module efficiency up to 20.9 %
-  Lower LCOE & BOS cost
-  Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation
-  Better shading tolerance

MORE RELIABLE

-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,
enhanced wind load up to 2400 Pa*

*Black frame product can be provided upon request.

12 Years Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*

25 Years Linear Power Performance Warranty*

**1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.55%**

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001: 2015 / Quality management system
ISO 14001: 2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

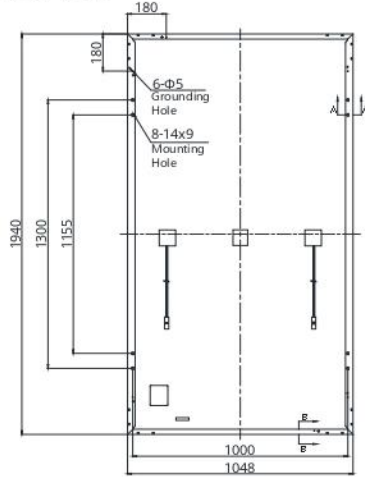
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. Canadian Solar was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey, and is a leading PV project developer and manufacturer of solar modules, with over 46 GW deployed around the world since 2001.

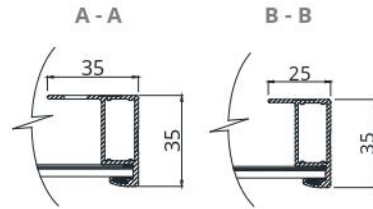
* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

ENGINEERING DRAWING (mm)

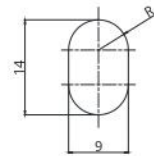
Rear View



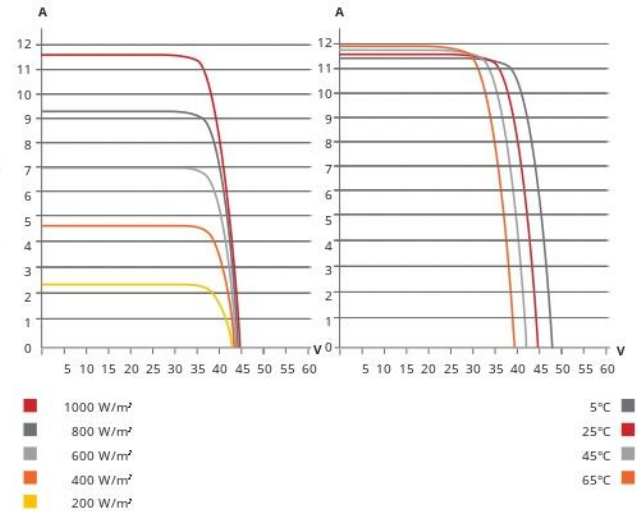
Frame Cross Section



Mounting Hole



CS3N-410MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3N	400MS	405MS	410MS	415MS	420MS	425MS
Nominal Max. Power (Pmax)	400 W	405 W	410 W	415 W	420 W	425 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.2 V	37.4 V	37.6 V	37.8 V	38.0 V	38.2 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.76 A	10.83 A	10.92 A	10.98 A	11.06 A	11.13 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.5 V	44.7 V	44.9 V	45.1 V	45.3 V	45.5 V
Short Circuit Current (Isc)	11.50 A	11.56 A	11.62 A	11.68 A	11.74 A	11.80 A
Module Efficiency	19.7%	19.9%	20.2%	20.4%	20.7%	20.9%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	20 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3N	400MS	405MS	410MS	415MS	420MS	425MS
Nominal Max. Power (Pmax)	298 W	302 W	306 W	310 W	313 W	317 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	34.7 V	34.9 V	35.1 V	35.2 V	35.4 V	35.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.60 A	8.66 A	8.72 A	8.81 A	8.85 A	8.91 A
Open Circuit Voltage (Voc)	41.9 V	42.1 V	42.2 V	42.4 V	42.6 V	42.8 V
Short Circuit Current (Isc)	9.28 A	9.33 A	9.38 A	9.42 A	9.47 A	9.52 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 X (11 X 6)]
Dimensions	1940 X 1048 X 35 mm (76.4 X 41.3 X 1.38 in)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-); landscape: 1250 mm (49.2 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	720 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.35 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.27 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 including SMA SMART CONNECTED



**What's new:
The complete solution for
100% ease and comfort**

SMA Smart Connected

- Investment security included
- Automatic monitoring by SMA
- Proactive information and automatic service

Easy to Use

- Safe plug and play installation
- Commissioning via smartphone or tablet
- WLAN and intuitive webserver

Everything at a Glance

- Free online monitoring
- PV system data viewable via smartphone

Future-Proof

- SMA storage solutions, intelligent energy management and Smart-module technology can be added at any time
- Dynamic feed-in control

SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0

More than just an inverter. Smaller, simpler and more convenient with SMA Smart Connected

The new Sunny Boy 3.0 – 5.0 succeeds the globally successful Sunny Boy 3000 – 5000TL. It is more than just a PV inverter: with the integrated SMA Smart Connected service, it offers all-round comfort for PV system operators and installers alike. The automatic inverter monitoring by SMA analyzes operation, reports irregularities and thus minimizes downtime.

The Sunny Boy is ideally suited to solar power generation in private homes. Thanks to its extremely light design and location of the external connections, the device can be quickly installed and easily commissioned thanks to the intuitive webserver.

Current communication standards mean that intelligent energy management solutions as well as SMA storage solutions can be flexibly added to the inverter at any time.

SMA SMART CONNECTED

The integrated service for ease and comfort

SMA Smart Connected* is the free monitoring of the inverter via the SMA Sunny Portal. If there is an inverter fault, SMA proactively informs the PV system operator and the installer. This saves valuable working time and costs.

With SMA Smart Connected, the installer benefits from rapid diagnoses by SMA. They can thus quickly rectify the fault and score points with the customer thanks to the attraction of additional services.



ACTIVATION OF SMA SMART CONNECTED

During registration of the system in the Sunny Portal, the installer activates SMA Smart Connected and benefits from the automatic inverter monitoring by SMA.



AUTOMATIC INVERTER MONITORING

SMA takes on the job of inverter monitoring with SMA Smart Connected. SMA automatically checks the individual inverters for anomalies around the clock during operation. Every customer thus benefits from SMA's long years of experience.



PROACTIVE COMMUNICATION IN THE EVENT OF FAULTS

After a fault has been diagnosed and analyzed, SMA informs the installer and end customer immediately by e-mail. Everyone is thus optimally prepared for the troubleshooting. This minimizes the downtime and saves time and money. The regular power reports also provide valuable information about the overall system.



REPLACEMENT SERVICE

If a replacement device is necessary, SMA automatically supplies a new inverter within one to three days of the fault diagnosis. The installer can contact the PV system operator of their own accord and replace the inverter.

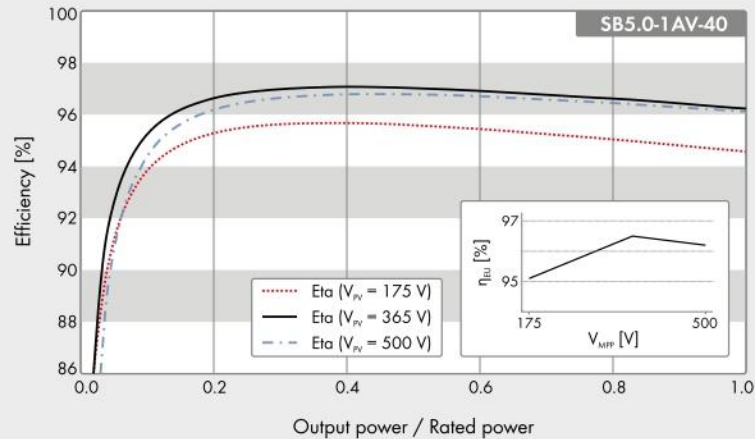


PERFORMANCE SERVICE

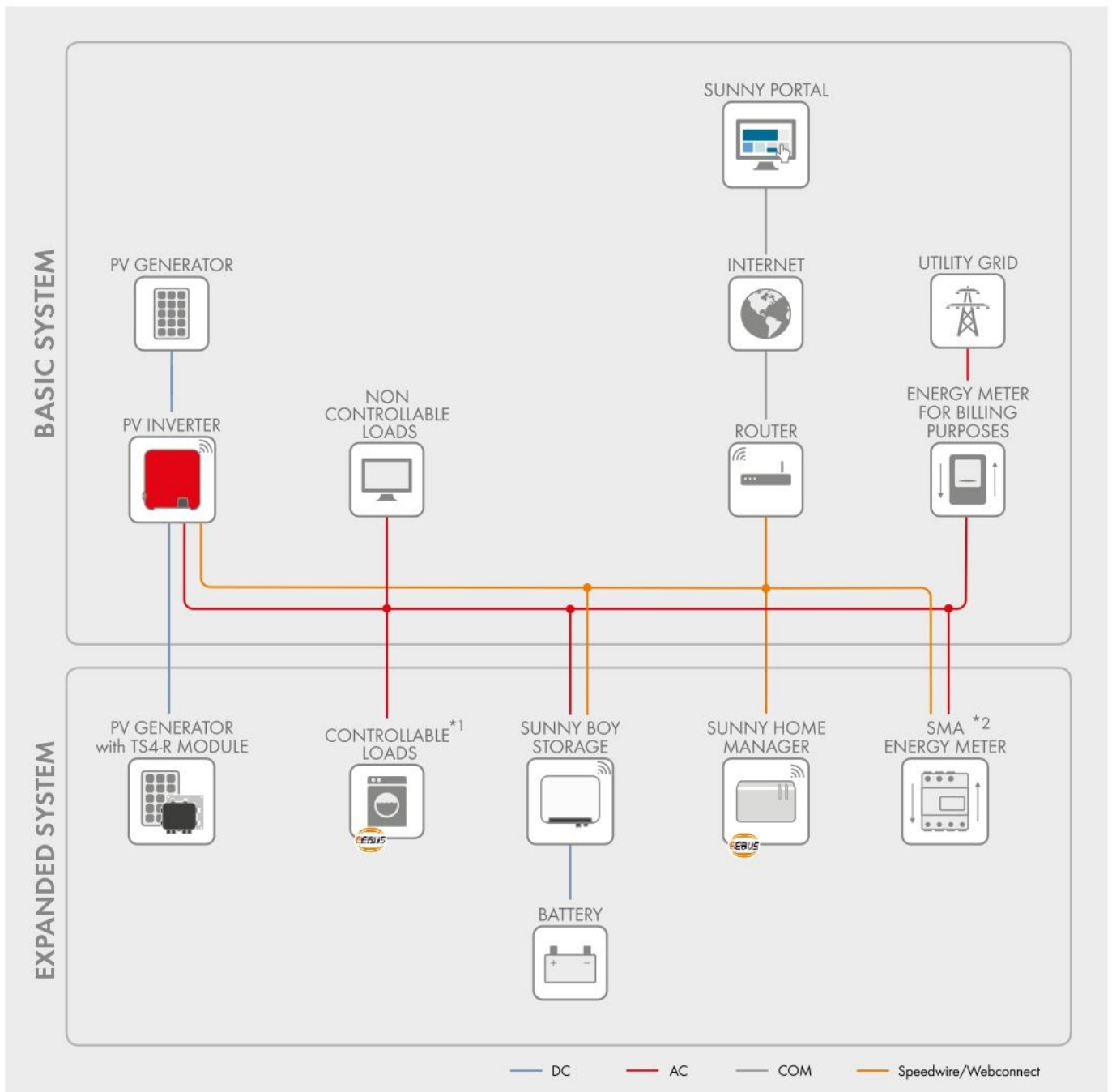
The PV system operator can claim compensation from SMA if the replacement inverter cannot be delivered within three days.

* Details: see document "Description of Services – SMA SMART CONNECTED"

Efficiency curve



Technical data	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0
Input (DC)				
Max. DC power (at $\cos \varphi = 1$)	3200 W	3880 W	4200 W	5250 W ¹⁾
Max. input voltage	600 V			
MPP voltage range	110 V to 500 V	130 V to 500 V	140 V to 500 V	175 V to 500 V
Rated input voltage	365 V			
Min. input voltage / initial input voltage	100 V / 125 V			
Max. input current input A / input B	15 A / 15 A			
Max. input current per string input A / input B	15 A / 15 A			
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2 / A;2; B:2			
Output (AC)				
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W ²⁾
Max. apparent power AC	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA ²⁾
Nominal AC voltage / range	220 V, 230 V, 240 V / 180 V to 280 V			
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz to +5 Hz			
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V			
Max. output current	16 A	16 A	22 A ³⁾	22 A ³⁾
Power factor at rated power	1			
Adjustable displacement power factor	0.8 overexcited to 0.8 underexcited			
Feed-in phases / connection phases	1 / 1			
Efficiency				
Max. efficiency / European Efficiency	97.0% / 96.4%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.5%
Protective devices				
Input-side disconnection point	●			
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●			
DC reverse polarity protection / AC short circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -			
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●			
Protection class (as per IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III			
General data				
Dimensions (W / H / D)	435 mm / 470 mm / 176 mm (17.1 inches / 18.5 inches / 6.9 inches)			
Weight	16 kg (35.3 lb)			
Operating temperature range	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)			
Noise emission, typical	25 dB(A)			
Self-consumption (at night)	1.0 W			
Topology	Transformerless			
Cooling method	Convection			
Degree of protection (as per IEC 60529)	IP65			
Climatic category (as per IEC 60721-3-4)	4K4H			
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%			
Equipment				
DC connection / AC connection	SUNCLIX / AC connector			
Display via smartphone, tablet, laptop	●			
Interfaces: WLAN, Speedwire / Webconnect	● / ●			
Warranty: 5 / 10 / 15 years	● / ○ / ○			
Certificates and approvals (more available upon request)	AS 4777, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3, G83/2, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, RD1699, SI 4777, UTE C15-712, VDE-ARN 4105, VDE0126-1-1, VFR 2014			
Certificates and approvals (planned)	IEC 61727, NRS 097-2-1			
Country availability of SMA Smart Connected	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK			
● Standard features ○ Optional features - Not available Data at nominal conditions Status: February 2017				
1) 4825 W according to VDE-ARN 4105 2) 4600 W / 4600 VA according to VDE-ARN 4105 3) AS 4777: 21.7 A				
Type designation	SB3.0-1AV-40	SB3.6-1AV-40	SB4.0-1AV-40	SB5.0-1AV-40



BASIC SYSTEM functions

- Easy commissioning via integrated WLAN and Speedwire interface
- Maximum transparency thanks to visualization in the Sunny Portal / Sunny Places
- Safe investment through SMA Smart Connected
- Modbus as interface for third-party providers

EXPANDED SYSTEM functions

- Basic system functions^{*3}
- Reduction in purchased electricity and increase in self-consumption through use of stored solar energy
- Maximum energy use thanks to forecast-based charging
- Increased self-consumption thanks to intelligent load control
- Maximum system yield through Smart module technology

With SMA Energy Meter^{*2}

- Maximum system usage through dynamic limiting of feed-in to the grid between 0% and 100%
- Visualization of energy consumption

^{*1}) via SMA radio-controlled socket or standardized data communication

^{*2}) scheduled for mid-2017 via software update

^{*3}) SMA Smart Connected for systems with Sunny Home Manager, scheduled for mid-2017 via software update

DF2CN06

NFC cartridge fuses, Tesys GS, cylindrical 10 mm x 38 mm, fuse type gG, 500 VAC, 6 A, without striker



Main

Range of product	TeSys fuse-disconnector
Product or Component Type	Cartridge fuse
Device short name	DF2
[Ue] rated operational voltage	500 V AC
Line Rated Current	6 A 500 V
Fuse size	10 x 38 mm
Fuse type	NFC
Quantity per Set	Set of 10

Complementary

Fuse curve	GG
Product Weight	0.02 lb(US) (0.01 kg)

Ordering and shipping details

Category	22621 - IEC PANEL ACCESSORIES
Discount Schedule	I
GTIN	3389110502107
Nbr. of units in pkg.	1
Package weight(Lbs)	0.25 oz (7 g)
Returnability	No
Country of origin	FR

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Package 1 Height	0.04 in (0.1 cm)
Package 1 width	2.17 in (5.5 cm)
Package 1 Length	3.15 in (8 cm)
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	10
Package 2 Weight	2.79 oz (79 g)
Package 2 Height	0.39 in (1 cm)
Package 2 width	2.17 in (5.5 cm)
Package 2 Length	3.15 in (8 cm)
Unit Type of Package 3	S01
Number of Units in Package 3	720
Package 3 Weight	12.72 lb(US) (5.77 kg)
Package 3 Height	5.91 in (15 cm)
Package 3 width	5.91 in (15 cm)
Package 3 Length	15.75 in (40 cm)

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
California proposition 65	WARNING: Cancer and Reproductive Harm - www.P65Warnings.ca.gov
REACH Regulation	REACH Declaration
REACH free of SVHC	Yes
EU RoHS Directive	Compliant EU RoHS Declaration
Toxic heavy metal free	Yes
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	Yes
China RoHS Regulation	China RoHS Declaration
Environmental Disclosure	Product Environmental Profile
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins.
PVC free	Yes

Contractual warranty

Warranty	18 months
----------	-----------

PSL2-8/120 TT

77708153



Protector DPS contra sobretensiones transitorias (supresor), Tipo 3 / Clase III, 2 polos (1P+N), (L-N-PE), 8 kA (8/20), 6 kV (Uoc), 120 / 208 V, config red TT, 2 módulos

Escanee este código QR y conozca la gama completa



[Link a la página de producto](#)

Datos técnicos	Valor	Unidades
Datos mercantiles		
Código	77708153	
Descripción	PSL2-8/120 TT	
Estado	Disponible	
EAN	8435297844686	
Partida arancelaria	8536.30.90	
Dimensiones		
Altura producto	90	[mm]
Anchura producto	36	[mm]
Profundidad producto	70	[mm]
Datos generales		
Configuración interna	1P+N	
Nº polos	2	
Nº módulos DIN	2	
Instalación	(L-N-PE)	
Formato	Desenchufable	
Configuración de red	TT, TNS	
Normas Producto	IEC 61643-11; EN 61643-11	
Certificaciones	CE	
Clasificación según EN 61643-11	Tipo 3	
Clasificación según IEC 61643-11	Clase III	
Material aislante y clase	PA66 CT1; V-0	
Grado de protección del envolvente	IP 20	
Rango temperatura	-40 °C ... +80 °C	

Características técnicas

Tensión de red		120 / 208 [V]	
Tensión nominal AC 50-60 Hz (L-N)	Un (L-N)	120	[V]
Tensión nominal AC 50-60 Hz (L-L)	Un (L-L)	230	[V]
Tensión máxima de servicio (L-N)	Uc (L-N)	150	[V]
Tensión máxima de servicio (N-PE)	Uc (N-PE)	255	[V]
Corriente máxima de descarga (8/20) (L-N)	Imax (L-N)	8	[kA]
Corriente nominal de descarga (8/20) (L-N)	In (L-N)	3	[kA]
Corriente nominal de descarga (8/20)	In	3	[kA]
Nivel de protección en tensión (L-N) a In	Up (L-N)	0,8	[kV]
Nivel de protección en tensión (N-PE) a In	Up (N-PE)	1,5	[kV]
Fusible previo máximo		63	A [gG]
Tensión de descarga combinada (1,2/50)	Uoc	6	[kV]
Capacidad de cortocircuito	Isc cr	25	[kA]
Tiempo de respuesta (L-N)	tA (L-N)	25	[ns]
Tiempo de respuesta (N-PE)	tA (N-PE)	100	[ns]
Intensidad de seguimiento (N-PE)	Ifi	100	[A]
Indicación remota		No	
Indicación visual final de vida		Si	
Desconexión dinámica térmica (L-N)		Si	

Hoja de características del producto

Especificaciones



Domae - Interruptor Magnetotérmico - 1P+N - 16A - Curva C - 230V - 6 kA

12509

Principal

Gama	Domae (**)
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	Domae MCB
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	1P + N
Número de polos protegidos	1
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	16 A
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	Icn 6000 A

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	230 V AC 50/60 Hz
Límite de enlace magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	6000 kA 100 % Icn acorde a EN/IEC 60898-1
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	4 kV
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Disparo de avería
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios

Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Sí
Pasos de 9 mm	4
Altura	81 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,19 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminales de tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) - 1...25 mm ² - rígido Terminales de tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) - 1...16 mm ² - flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Sin

Entorno

Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP40 - tipo de cable: envolvente modular) acorde a IEC 60529
Categoría de sobretensión	III
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	176,0 g
Paquete 1 Altura	7,5 cm
Paquete 1 ancho	3,5 cm
Paquete 1 Longitud	8,1 cm
Tipo de unidad del paquete 2	P12
Número de unidades en el paquete 2	576
Peso del paquete 2	121,688 kg
Paquete 2 Altura	50 cm
Ancho del paquete 2	80 cm
Longitud del paquete 2	120 cm
Tipo de unidad del paquete 3	BB1
Número de unidades en el paquete 3	6
Paquete 3 Peso	1,096 kg
Paquete 3 Altura	8 cm

Ancho del paquete 3	8,8 cm
Paquete 3 Longitud	22 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

La 12509 se sustituye por:

1x



Interruptor Magnetotérmico; Resi9; 1P+N; 16 A; 6000 A; 230 V
R9F12616

Ficha técnica del producto

Especificaciones



Interruptor diferencial iDPN Vigi 1P + N 230V 16A 30mA clase AC

A9D31616

Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iDPN Vigi
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial con protección contra sobrecorriente (RCBO)
Nombre corto del dispositivo	iDPN N Vigi
Aplicación de dispositivo	Distribución
Descripción de los polos	1P + N
Número de polos protegidos	1
Posición de neutro	Izquierda
Corriente nominal (In)	16 A
Tipo de red	AC
Trip unit technology ((*))	Térmico-magnético
Código de curva	C
Sensibilidad ante fugas a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo AC
Poder de corte	6000 A Icn a 220...240 V AC 50 Hz conforme a EN/IEC 61009-2-1
Apto para seccionamiento	Sí conforme a Icu

Complementos

Ubicación del dispositivo en el sistema	Outgoer
Frecuencia de red	50 Hz
[Ue] tensión de funcionamiento nominal	220...240 V AC 50 Hz
Límite de disparo magnético	5...10 x In
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
[Ics] poder de corte en servicio	6000 A 100 % x Icn a 220...240 V AC 50 Hz conforme a EN/IEC 61009-2-1
Poder de corte y de cierre nominal	Idm 6000 A a 220...240 V AC 50 Hz conforme a EN/IEC 61009-2-1

Clase de limitación	3 conforme a EN/IEC 61009-2-1
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	400 V AC 50 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	4 kV
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	ON, OFF, disparo por fallo
Modo de montaje	Enganchable
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución de embarrado tipo peine	Arriba o abajo sí
Pasos de 9 mm	4
Alto	85 mm
Ancho	36 mm
Profundidad	73 mm
Peso del producto	125 g
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 Ciclos
Durabilidad eléctrica	20000 Ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de bloqueo por cadeado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo 1...16 mm ² rígido Terminal simple arriba o abajo 1...10 mm ² Flexible Terminal simple arriba o abajo 1...10 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	15 mm para arriba o abajo
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Integrated (**)

Ambiente

Normas	EN/IEC 61009-2-1
Certificaciones de producto	VDE GOST
Grado de protección IP	IP20 conforme a IEC 60529 IP40 (envolvente modular) conforme a IEC 60529
Grado de contaminación	3
Categoría de sobretensión	III conforme a IEC 60364
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 250 A conforme a EN/IEC 61009-2-1
Tropicalización	2 conforme a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % a 55 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de Unidad de Paquete 1	PCE
Número de Unidades en el Paquete 1	1
Paquete 1 Peso	209,0 g
Paquete 1 Altura	4 cm
Paquete 1 ancho	8 cm
Paquete 1 Largo	10 cm
Tipo de Unidad de Paquete 2	S03
Número de Unidades en el Paquete 2	54
Paquete 2 Peso	12,282 kg
Paquete 2 Altura	30 cm
Paquete 2 Ancho	30 cm
Paquete 2 Largo	40 cm
Tipo de Unidad de Paquete 3	BB1
Número de Unidades en el Paquete 3	6
Paquete 3 Peso	1,327 kg
Paquete 3 Altura	9 cm
Paquete 3 Ancho	10,6 cm
Paquete 3 Largo	25,5 cm

Oferta sustentable

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

AUXILIARES ELÉCTRICOS

Analizador-Contador Bidireccional Monofásico Directo para Vertido Cero 45A MAXGE



Parámetros técnicos

Tensión:	220-240V AC
Tensión Nominal:	176-276V AC
Frecuencia:	50-60 Hz
Entrada:	45 A
Intensidad de Corriente:	0-45 A
Uso:	Interior
Protección IP:	IP40
Dimensiones:	18x119x62 mm
Temp. de trabajo:	-10°C / +55°C
Tª Ambiente Trabajo:	-20°C ~ +45°C
Garantía:	3 Años.
Certificados:	CE & RoHS
Marca:	MAXGE

Descripción del producto

El Analizador-Contador Bidireccional Monofásico Directo para Vertido Cero 45A MAXGE es un medidor monofásico digital, de clase 1 según IEC-62053-22, en medida de energía tanto activa (kWh) como reactiva (kVARh), cumpliendo con la Comisión Internacional Electrotécnica. Este analizador es capaz de medir el consumo del hogar o de la industria adaptando constantemente la potencia entregada por el sistema fotovoltaico al consumo de la instalación. **Este contador puede actuar como kit de inyección cero ideal para la tarificación de la energía de su hogar o empresa y por otra parte, permite gestionar los excedentes de producción, de las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo "On grid", realizando inyección cero o inyección controlada dependiendo de las necesidades del momento.** Incluye un **protocolo de comunicaciones RS485 Modbus RTU** y es con este protocolo como el **kit informa al inversor si hay vertido o no. Para ello deben tener el mismo protocolo de comunicación. Estas se pueden cambiar si conoces las direcciones de memoria del inversor para que puedan comunicarse con el analizador. Además este analizador para autoconsumo "On grid " es capaz de medir la energía activa y otros muchos parámetros.**

El contador va montado sobre **carril DIN** y puede medir magnitudes eléctricas tales como: **V, I, FP, kW, kVA, kVAR y Hz, también** realiza la medición bidireccional de energía calculando: **kWh y kVARh.**

El contador bidireccional mide el consumo de energía eléctrica de **50 Hz o 60 Hz** de una red eléctrica AC. Dispone de **display LCD (5+1 dígitos).**

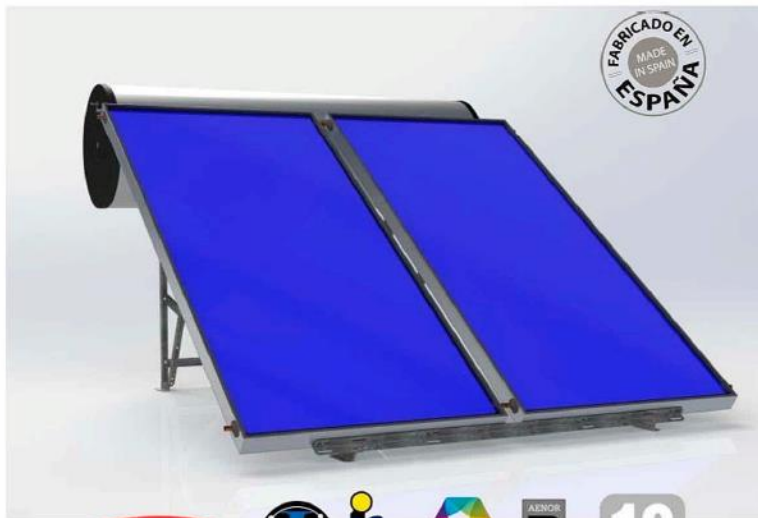
Complementa la instalación fotovoltaica con los diferentes contadores, cajas de protección y material eléctrico para Energía Solar Fotovoltaica del amplio catálogo que te ofrecemos en efectoLED.

*Solo compatible con inversores MAXGE

Referencia:

Exclusive - SGM120M

Equipos termosifón ECO (2 circuitos)


CARÁCTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- ⇒ Captadores solares térmicos de alta eficiencia fabricados bajo los estándares de calidad europeos más exigentes.
- ⇒ Interacumulador solar fabricado en acero normalizado indicado para climas tropicales.
- ⇒ Serpentin de intercambio térmico ACS fabricado en acero inoxidable 316L.
- ⇒ Cámara de expansión para absorber dilataciones del circuito solar incluida en el circuito de inercia.
- ⇒ Kit de montaje con todos los accesorios necesarios para un correcto montaje del equipo.
- ⇒ Estructura soporte en acero DX51 tratado para climas adversos. Diseño versátil para cubierta plana e inclinada.
- ⇒ Equipo solar garantizado por 10 años.

Incluye:

CAPTADOR SOLAR MOD. ECO	ACUMULADOR SOLAR MOD. HS	ESTRUCTURA SOPORTE DX51	KIT DE PIEZAS COMPLETO Y MANGUERAS
-------------------------	--------------------------	-------------------------	------------------------------------

CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo			Compac ECO150	Compac ECO200s	Compac ECO300	Compac ECO320	Compac ECO320s	Compac 3ECO420	
Código			2032262	2032263	2032264	2032265	2032266	2032267	
INTERACUMULADOR			HS150	HS200	HS300	HS320	HS320	HS420	
Volumen	Primario	l	143	170	271	320	320	380	
	Consumo	l	5,6	6,16	9,24	9,24	9,24	9,24	
Acabado exterior			Lámina metálica esmaltada en blanco						
Circuitos internos			Acero inoxidable 316L en circuito de consumo						
Aislamiento			Poliuretano rígido inyectado PU. $\rho=50$ mm y $\delta=42$ kg/m ³						
Dimensiones	Diámetro	mm	560	560	560	560	560	560	
	Largo	mm	1.070	1.235	1.850	2150	2150	2450	
Peso en vacío		kg	39,20	43,30	59,50	66,20	66,20	73	
CAPTADOR SOLAR			ECO 2000 (x1)	ECO 2500 (x1)	ECO 2000 (x2)	ECO 2000 (x2)	ECO 2500 (x2)	ECO 2000 (x3)	
Área útil solar		m ²	1,90	2,33	3,80	3,80	4,66	5,70	
EQUIPO SOLAR			Compac ECO150	Compac ECO200s	Compac ECO300	Compac ECO320	Compac ECO320s	Compac 3ECO420	
Relación V/A		l/m ²	75,26	72,96	71,31	84,21	68,67	66,67	
Peso en vacío		kg	85,50	94,70	170,70	177,40	189,60	187,70	
Dimensiones		mm	1148x1415x2350	1313x1415x2350	2256x1415x2350	2256X1415X2350	3365X1415X2350	3365X1415X2350	
Régimen de presiones máximas		bar	Primario: 3,0 bar Consumo: 8,0 bar						
Fluido caloportador			Agua con características máximas reflejadas en RITE						
Estructura soporte			Acero DX51 perfilado 37x2,5 mm tratada para exteriores						
Normativa			EN 12976-1:2006 EN 12976-2:2006 PSK-108:2012 ISO 9806:2013						

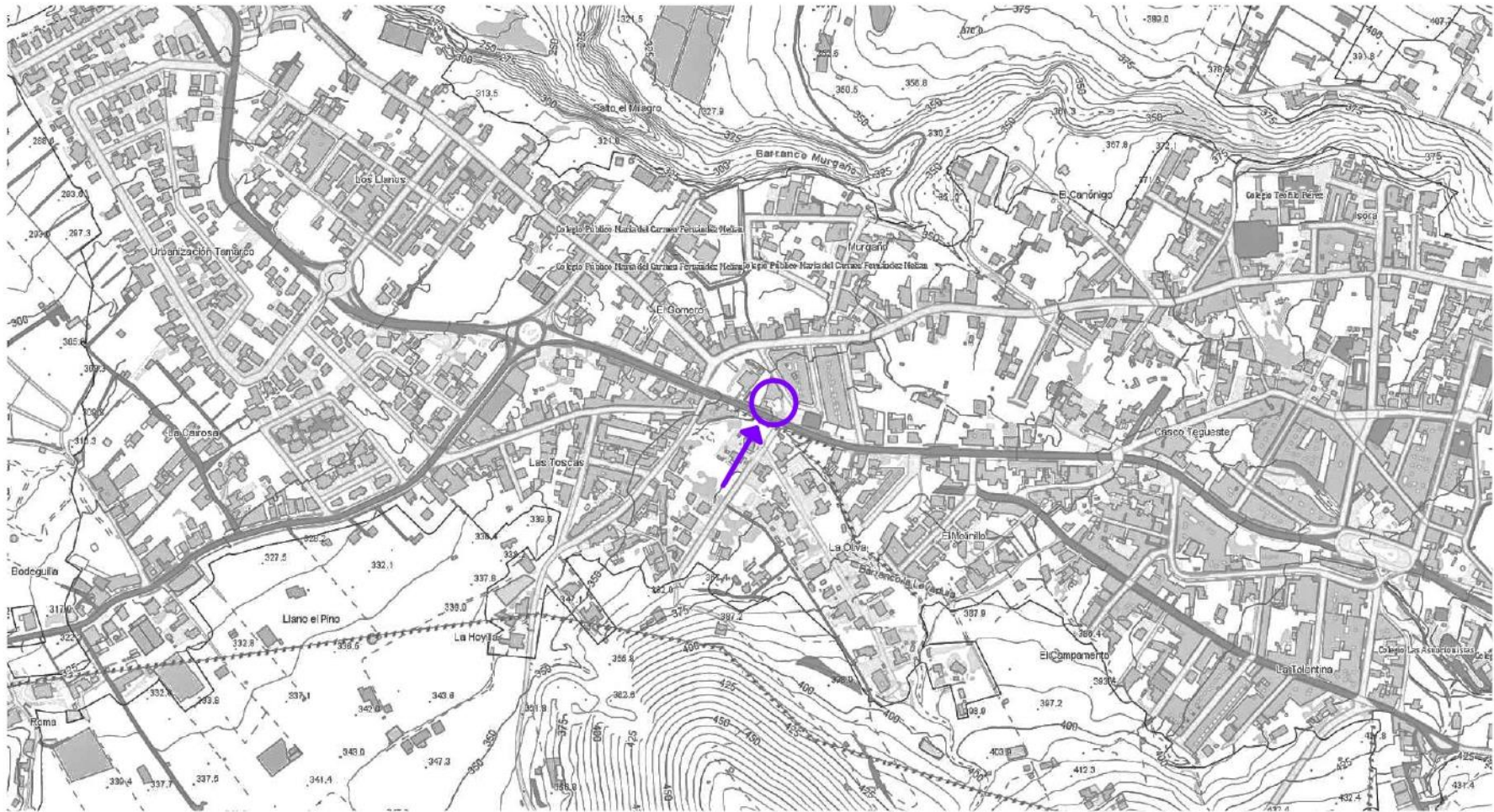
**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

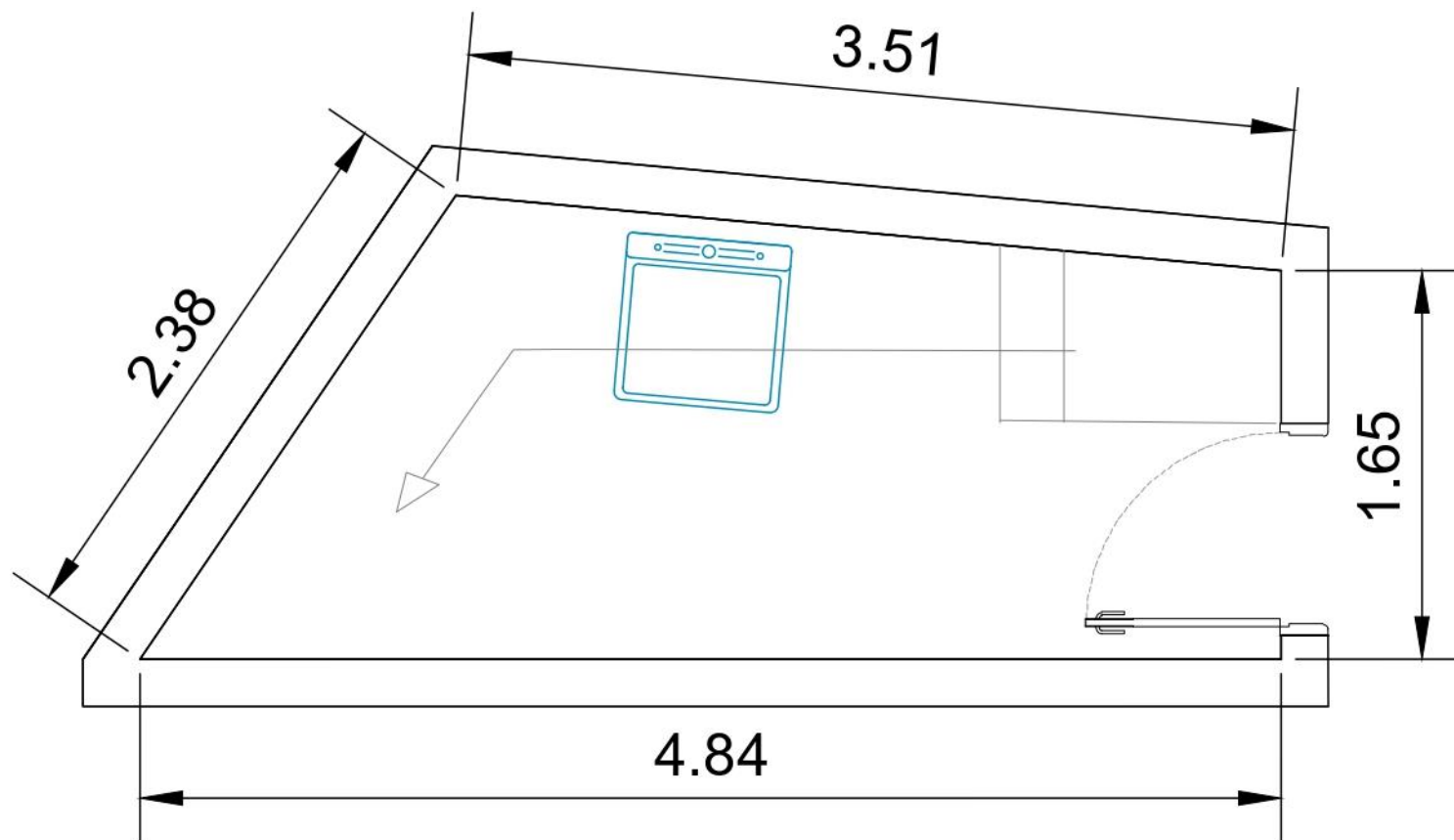
PLANOS

ÍNDICE Planos.

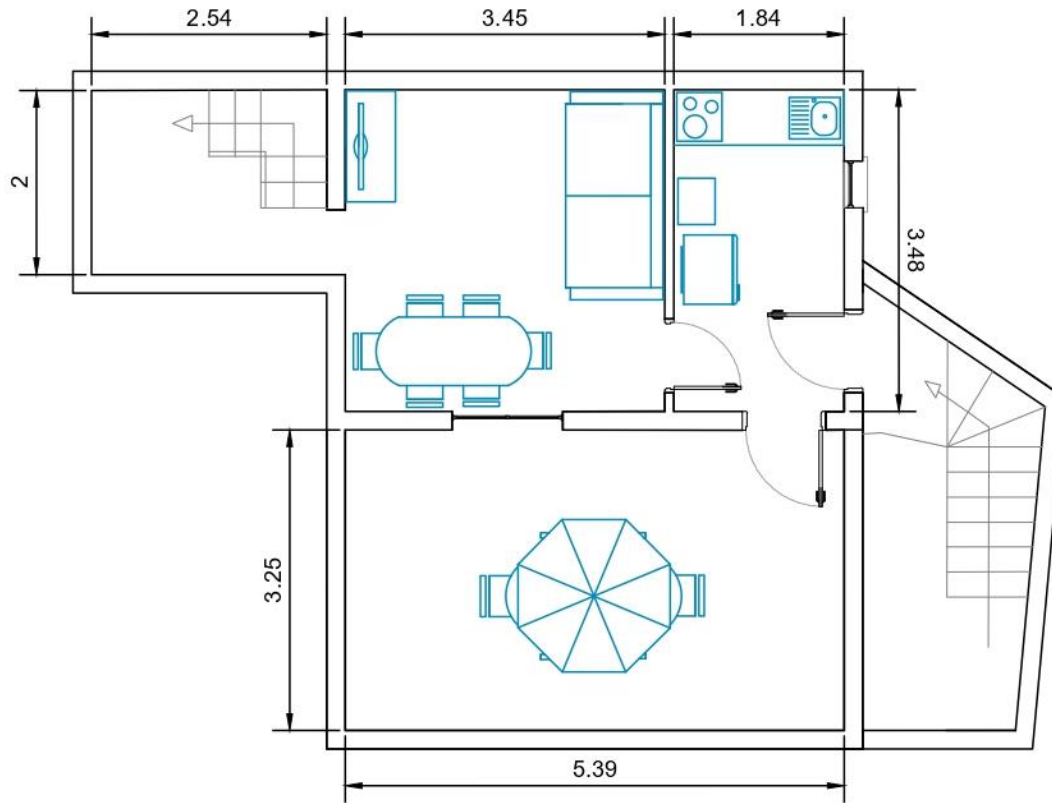
3.1. Planos.....	163
3.1.1. Plano situación.....	163
3.1.2. Plano planta baja: Distribución.....	164
3.1.3. Plano primera planta: Distribución.....	165
3.1.4. Plano segunda planta: Distribución.....	166
3.1.5. Plano planta baja: Circuitos eléctricos.....	167
3.1.6. Plano primera planta: Circuitos eléctricos.....	168
3.1.7. Plano segunda planta: Circuitos eléctricos.....	169
3.1.8. Plano unifilar: vivienda.....	170
3.1.9. Plano cubierta: Distribución módulos.....	171
3.1.10. Plano FV: Conexión y distribución de módulos en cubierta.....	172
3.1.11. Plano FV: Conexión y distribución inversor.....	173
3.1.12. Plano unifilar: Instalación FV.....	174
3.1.13. Plano ACS: Esquema.....	175



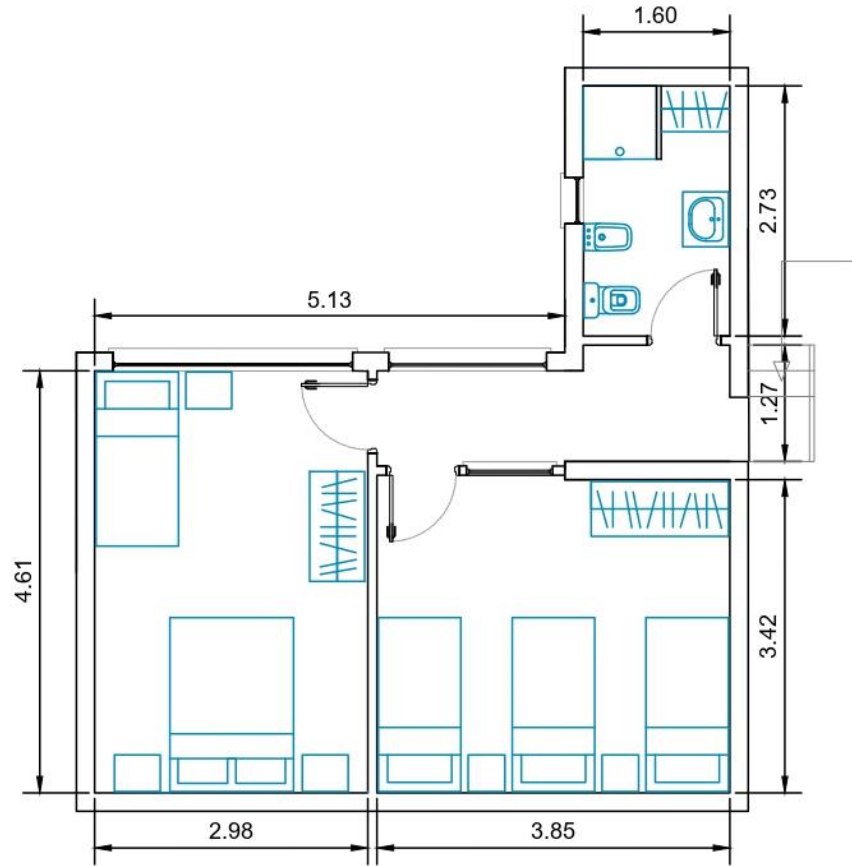
	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano 1: Plano situación
			TRABAJO FIN DE GRADO



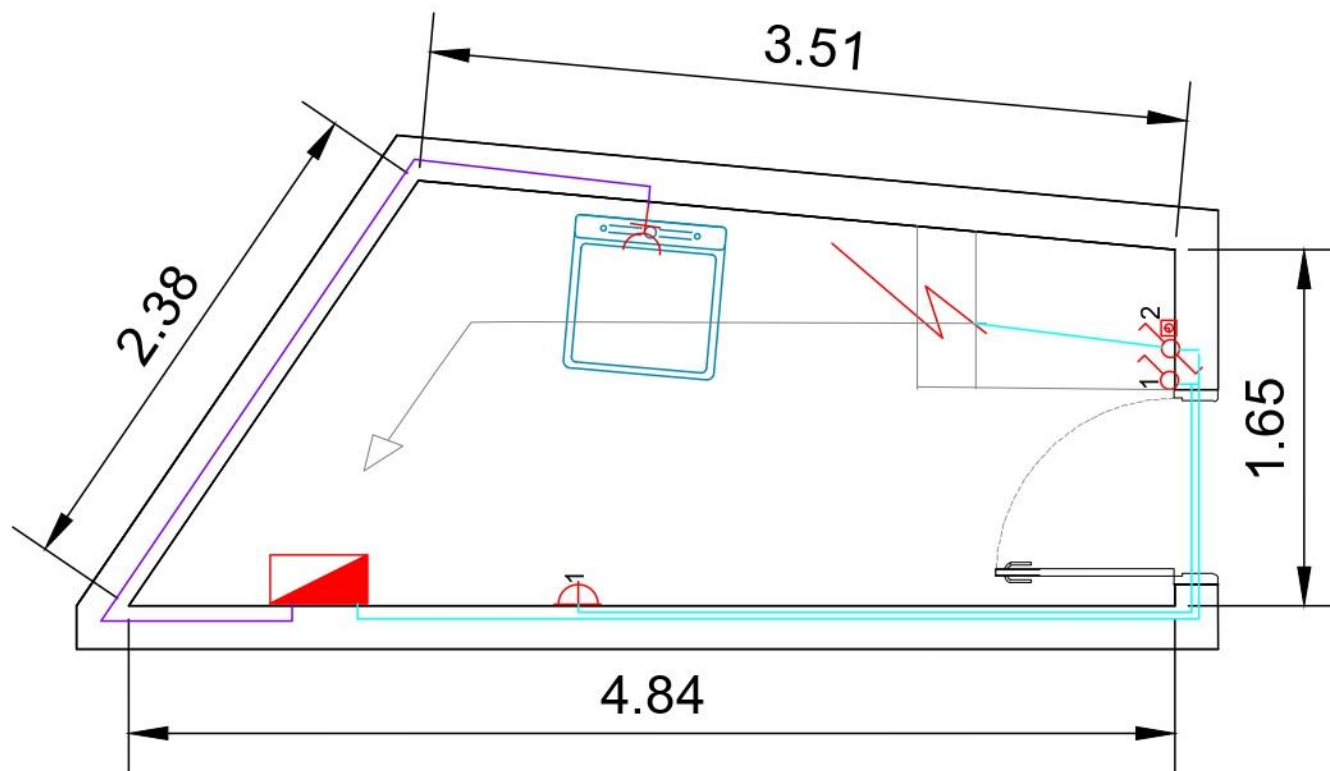
	Fecha	Nombre	
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano planta baja: Distribución
			TRABAJO FIN DE GRADO



	Fecha	Nombre	
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano primera planta: Distribución
			TRABAJO FIN DE GRADO



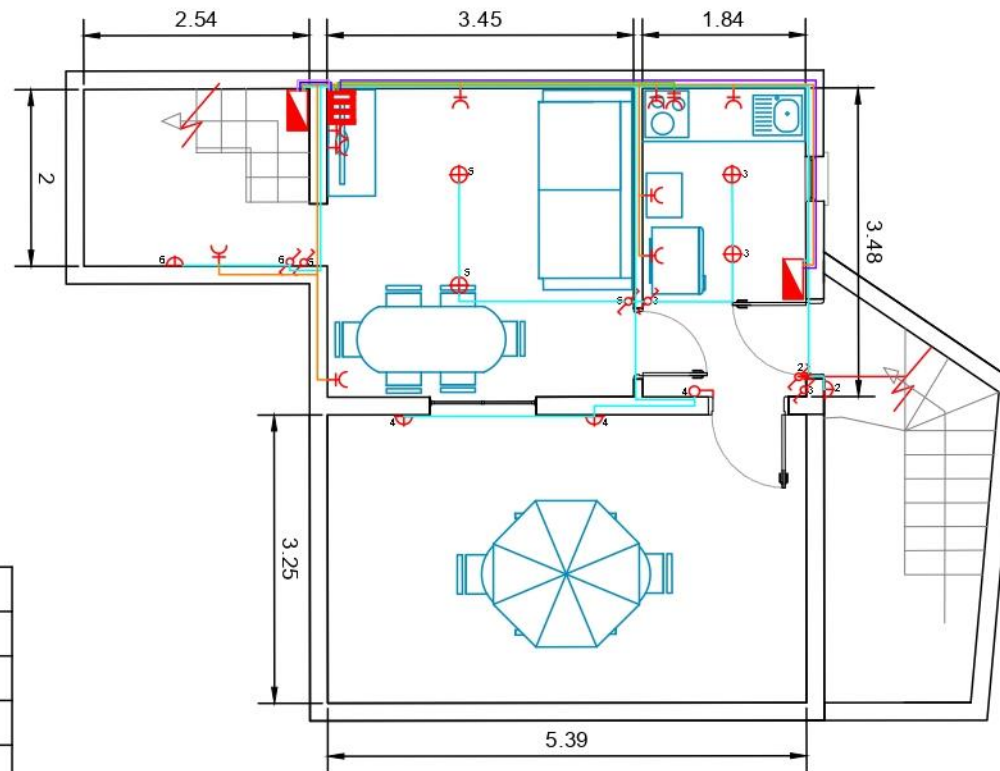
	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano segunda planta: Distribución
			TRABAJO FIN DE GRADO



LEYENDA ELECTRICIDAD

	PUNTO DE LUZ PARED
	CONMUTADOR
	CONMUTADOR CON TEMPORIZADOR
	INTERRUPTOR
	TOMA DE CORRIENTE 10A/16A
	PLATINILLO
	CIRCUITO C1 ILUMINACIÓN
	CIRCUITO C4 LAVADORA / TERMO ELÉC

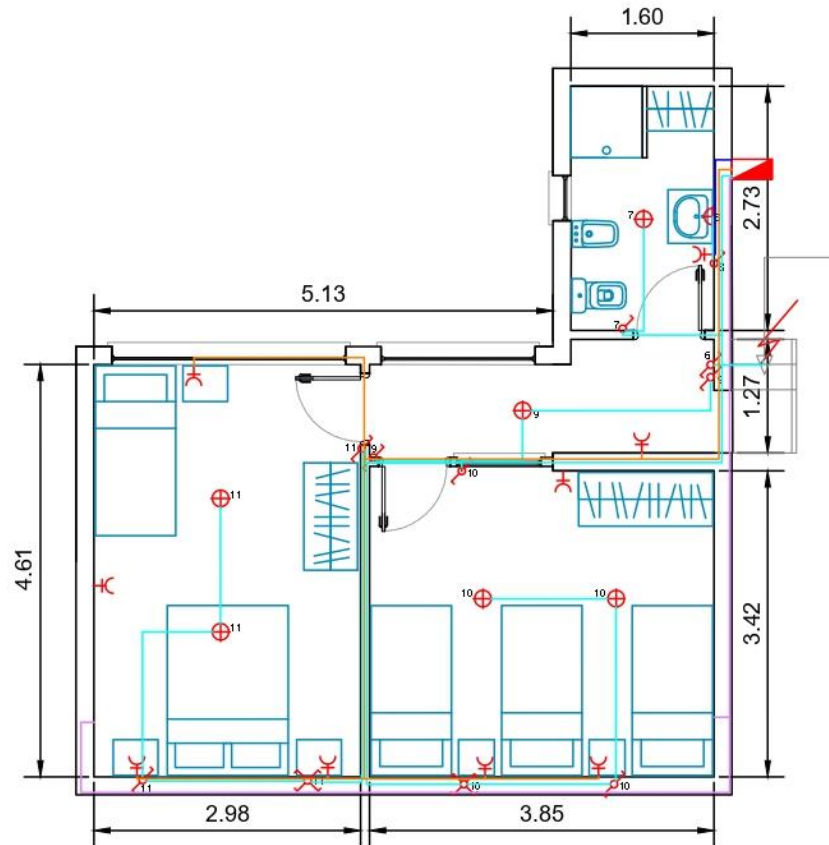
	Fecha	Nombre	
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano planta baja: Circuitos eléctricos
			TRABAJO FIN DE GRADO



LEYENDA ELECTRICIDAD

	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION
	PLATINILLO
	PUNTO DE LUZ
	PUNTO DE LUZ PARED
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	CONMUTADOR CON TEMPORIZADOR
	TOMA DE CORRIENTE 25A
	TOMA DE CORRIENTE 10A/16A
	CIRCUITO C1 ILUMINACIÓN
	CIRCUITO C2 FUERZA
	CIRCUITO C3 VITROCERÁMICA
	CIRCUITO C4 LAVADORA / TERMO ELÉC
	CIRCUITO C5 BAÑO
	CIRCUITO C9 AIRE ACONDICIONADO

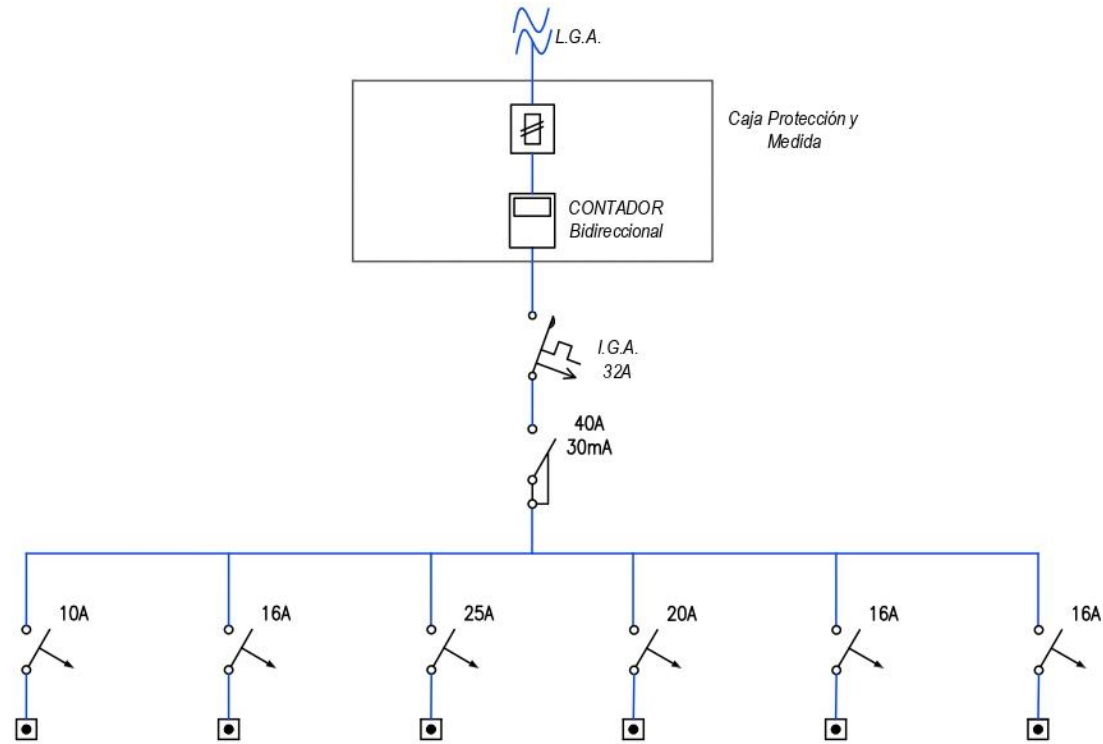
	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano primera planta: Circuitos eléctricos
			TRABAJO FIN DE GRADO



LEYENDA ELECTRICIDAD

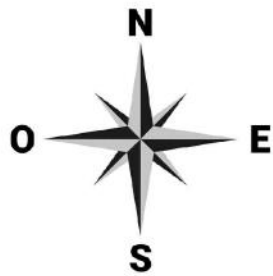
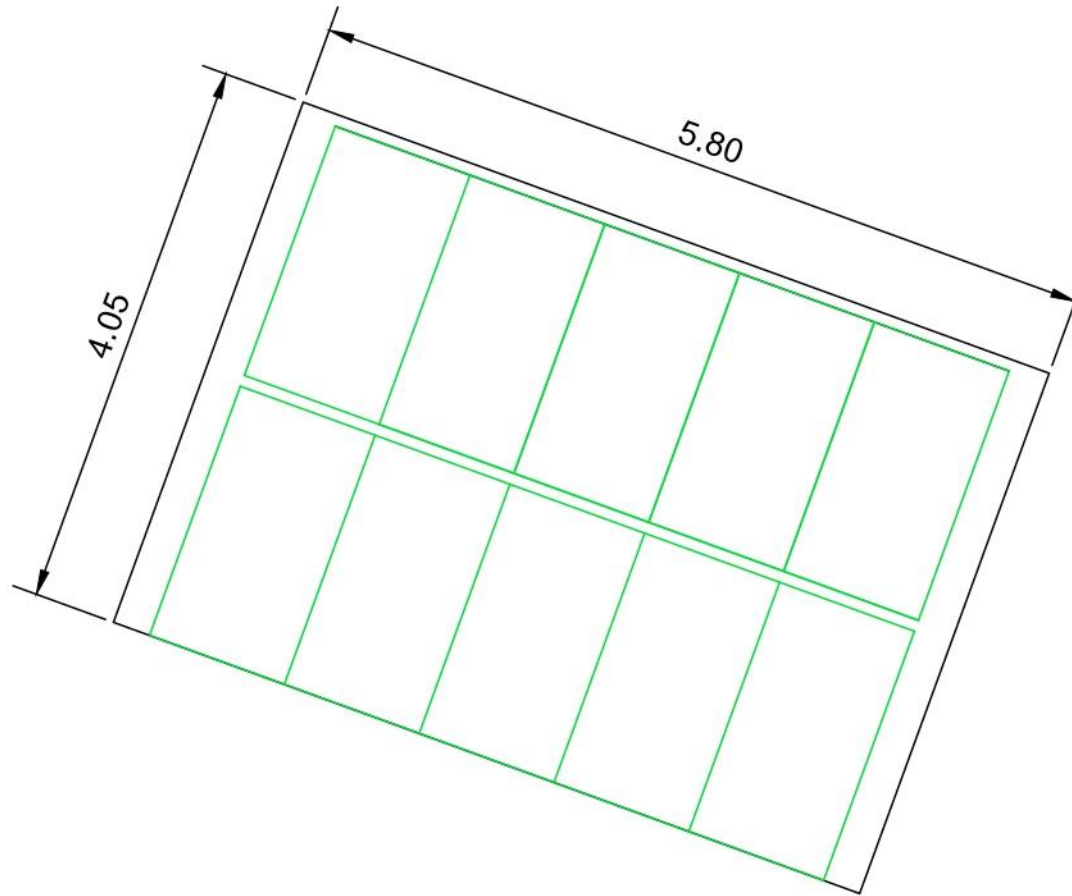
	PUNTO DE LUZ
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	CONMUTADOR DE CRUCE
	TOMA DE CORRIENTE 10A/16A
	PLATINILLO
	CIRCUITO C1 ILUMINACIÓN
	CIRCUITO C2 FUERZA
	CIRCUITO C3 VITROCERÁMICA
	CIRCUITO C5 BAÑO
	CIRCUITO C9 AIRE ACONDICIONADO

	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano segunda planta: Circuitos eléctricos
			TRABAJO FIN DE GRADO

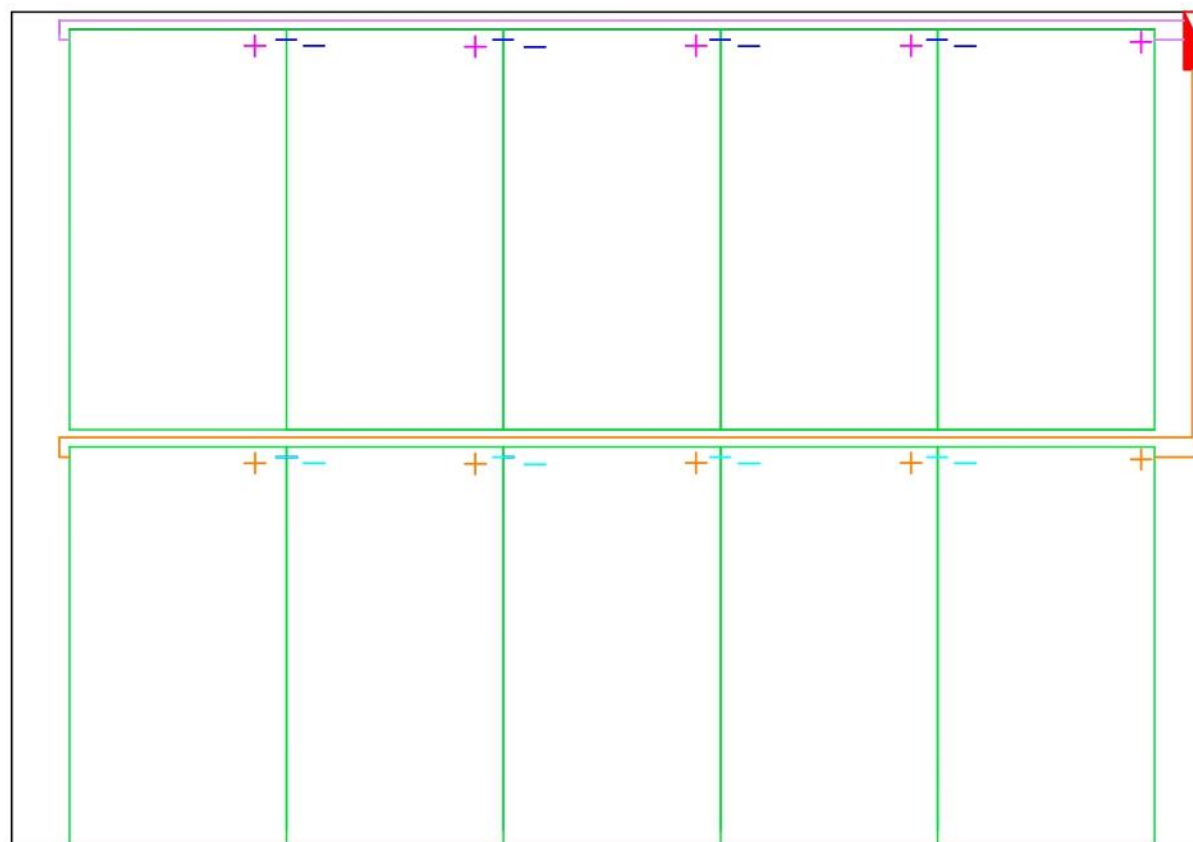


LINEA	1	2	3	4	5	6
USOS	Alumbrado	Fuerza	Vitroc�er�mica	Lavadora Termo Eléctrico	Baño	Aire Acondicionado
POTENCIA (w)	179	2200	1000	3500	1000	3000
SECCION (mm ²)	1,5	2,5	6	4	2.5	6

	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano unifilar: Vivienda
			TRABAJO FIN DE GRADO



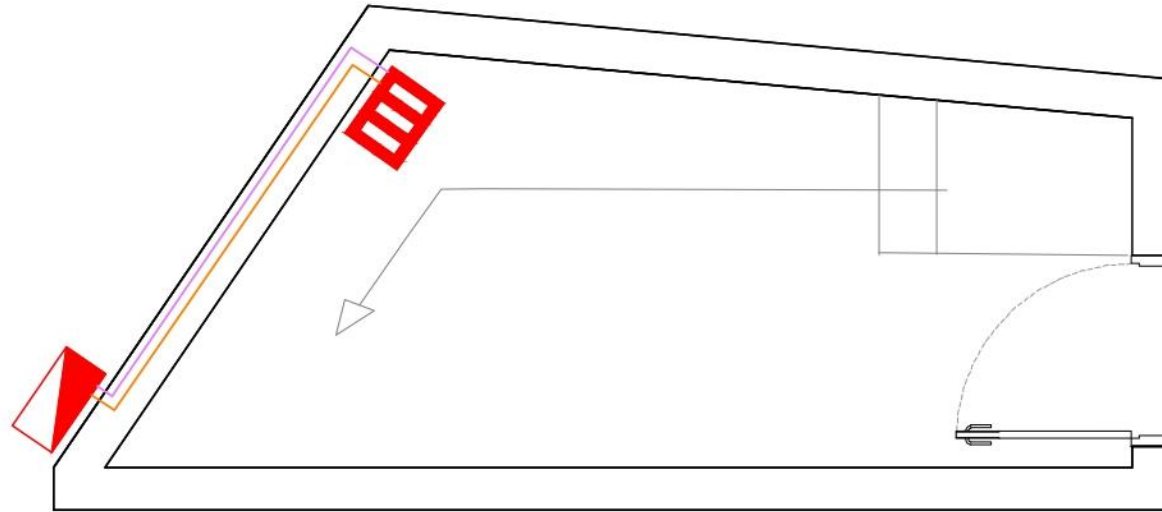
	Fecha	Nombre	
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano cubierta: Distribución módulos
			TRABAJO FIN DE GRADO



LEYENDA

	PLATINILLO
	MÓDULOS FV
	CC INVERSOR STRING A
	CC INVERSOR STRING B

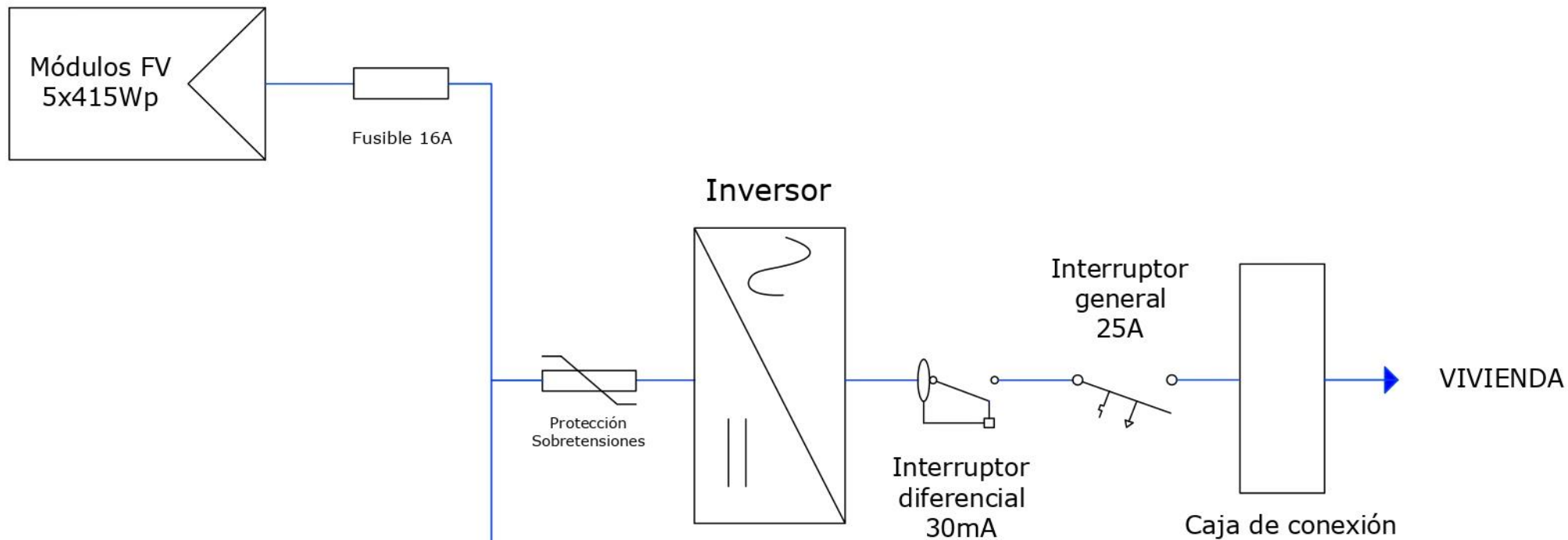
	Fecha	Nombre	
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano FV: Conexión y distribución módulos en cubierta
			TRABAJO FIN DE GRADO



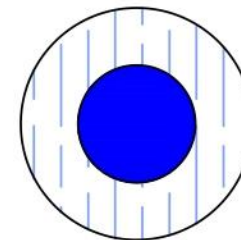
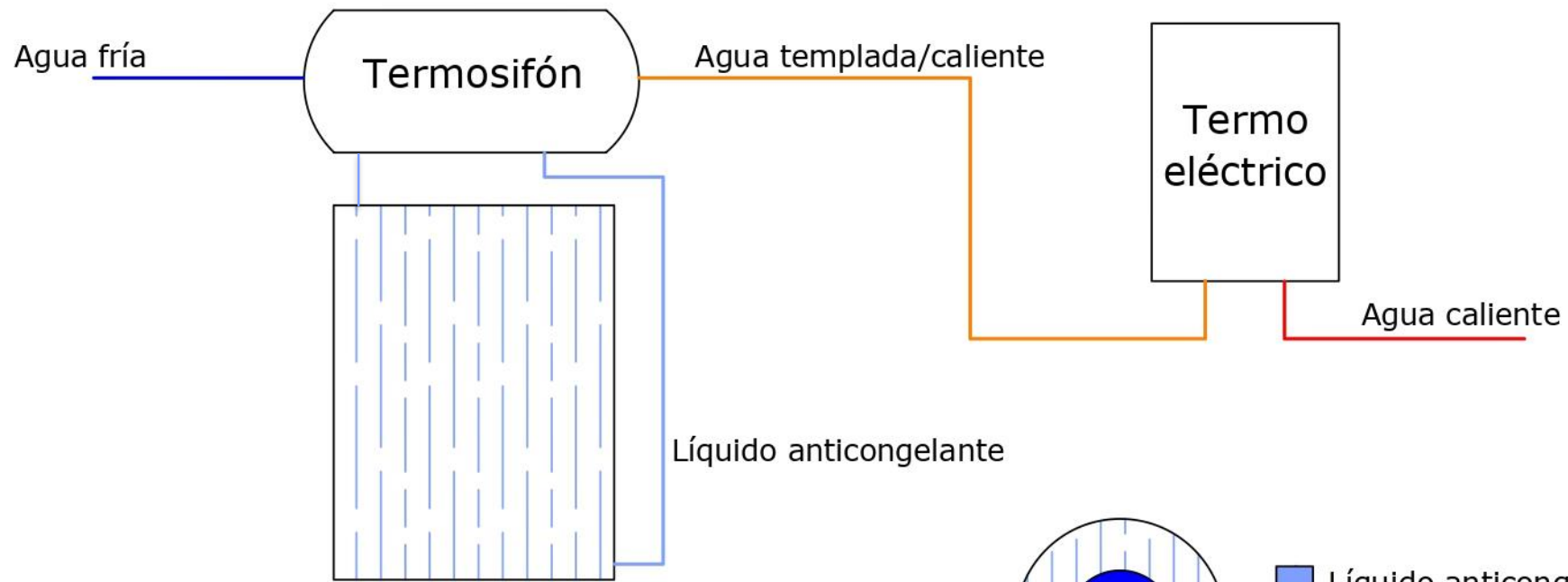
LEYENDA

	PLATINILLO
	INVERSOR Y PROTECCIÓN
	CC INVERSOR STRING A
	CC INVERSOR STRING B

	Fecha	Nombre	
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano FV: Conexión y distribución inversor
			TRABAJO FIN DE GRADO



	Fecha	Nombre	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano unifilar: Instalación FV
			TRABAJO FIN DE GRADO



Interior termosifón

- Líquido anticongelante
- Agua fría



	Fecha	Nombre	
DIBUJADO	06/06/2022	Laura Hernández López	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ESIT)
COMPROBADO	06/06/2022	Laura Hernández López	
Escala:	PROYECTO DE INSTALACIONES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE		Plano ACS: Esquema
			TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

**PLIEGO DE
CONDICIONES**

ÍNDICE Pliego de Condiciones.

4.1. Condiciones facultativas.....	179
4.1.1. Técnico Director de obra.....	179
4.1.2. Constructor o Instalador.....	180
4.1.3. Verificación de los documentos del proyecto.....	180
4.1.4. Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.....	181
4.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra.....	181
4.1.6. Trabajos no estipulados expresamente.....	181
4.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos.....	182
4.1.8. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	182
4.1.9. Orden de los trabajos.....	182
4.1.10. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	182
4.2. Condiciones económicas.....	183
4.2.1. Composición de los precios unitarios.....	183
4.2.2. Precios añadidos.....	183
4.2.3. Acopio de materiales.....	183
4.2.4. Pagos.....	184
4.2.5. Seguro de las obras.....	184
4.3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas de baja tensión.....	184
4.3.1. Objeto.....	184
4.3.2. Campo de aplicación.....	184
4.3.3. Normativa de aplicación.....	184
4.3.4. Características, calidades y condiciones generales de los materiales.....	185
4.3.4.1. Clasificación y definición de la instalación.....	185
4.3.4.2. Componentes y productos constituyentes de la instalación.....	185
4.3.4.2.1. Conductores eléctricos.....	186
4.3.4.2.2. Canalizaciones.....	186
4.3.4.2.3. Identificación de los conductores.....	186
4.3.4.2.4. Derivación Individual (DI).....	186
4.3.4.2.5. Cuadros de mando y protección.....	187
4.3.4.2.6. Interruptores automáticos.....	187
4.3.4.2.7. Fusibles.....	187
4.3.4.2.8. Puesta a tierra.....	187
4.3.4.2.9. Luminarias.....	187

4.3.4.2.10. Accesibilidad a las instalaciones.	187
4.4. Montaje de la instalación.....	188
4.4.1. Consideraciones generales.....	188
4.4.2. Canalizaciones.....	188
4.4.3. Instalación de las lámparas.....	189
4.4.4. Señalización.....	189
4.4.5. Instalación de puesta a tierra.	189
4.4.5. Acabados.	190
4.5. Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica.	190
4.5.1. Objeto.	190
4.5.2. Campos de aplicación.....	190
4.5.3. Normativa de aplicación.....	190
4.5.4. Diseño.....	191
4.5.4.1. Diseño del generador fotovoltaico.	191
4.5.4.2. Orientación, inclinación y sombras.	191
4.5.4.3. Componentes y materiales.	192
4.5.4.3.1. Generalidades.	192
4.5.4.3.2. Sistemas generadores fotovoltaicos.....	192
4.5.4.3.4. Inversores.....	192
4.5.4.3.5. Cableado.....	194
4.5.4.3.6. Conexión a red.....	194
4.5.4.3.7. Protecciones.....	194
4.5.4.3.8. Puesta a tierra.	194
4.5.4.4. Condiciones de ejecución de obra.....	196
4.5.4.4.1 Replanteo de la instalación.	195
4.5.4.4.2 Preparación del proyecto.....	195
4.5.4.4.3 Ejecución de la obra.	195
4.5.4.5. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.	195
4.5.4.5.1. Programa de mantenimiento.	195
4.5.4.5.2. Garantías.....	196
4.5.4.5.3. Anulación de la garantía.....	196
4.5.4.5.4. Lugar y tiempo de la prestación.....	196

4.1. Condiciones facultativas.

4.1.1. Técnico Director de obra.

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

4.1.2. Constructor o Instalador.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de

las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

4.1.3. Verificación de los documentos del proyecto.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4.1.4. Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

4.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrando los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

4.1.6. Trabajos no estipulados expresamente.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

4.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figuran al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director. Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera

dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si éste lo solicitara.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

4.1.8. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

4.1.9. Orden de los trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

4.1.10. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

4.2. Condiciones económicas.

4.2.1. Composición de los precios unitarios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los

costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

4.2.2. Precios añadidos.

Se producirán cuando el propietario, una vez hablado con el Técnico, decida un cambio de calidad de los materiales utilizados, o en el caso de que se tenga que afrontar un gasto imprevisto.

4.2.3. Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

4.2.4. Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

4.2.5. Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

4.3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas de baja tensión.

4.3.1. Objeto.

El objeto del Pliego de Condiciones Técnicas Particulares es establecer las características mínimas admisibles para la Instalación Eléctrica en Baja Tensión.

4.3.2. Campo de aplicación.

Este pliego hace referencia a los ensayos, instalaciones, mantenimiento, pruebas y suministro de los materiales necesarios en la instalación eléctrica interior en Baja Tensión con el objetivo de certificar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medioambiente, siendo preciso que estas instalaciones se proyecten, construyan, mantengan y conserven de manera que satisfagan los fines básicos de funcionalidad.

4.3.3. Normativa de aplicación.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

- Ley 8/2005, de 21 de diciembre, de modificación de la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.
- 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.
- DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988 del Ministerio de Industria y Energía, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico. Ordenanzas Municipales del lugar donde se ubique la instalación.

4.3.4. Características, calidades y condiciones generales de los materiales.

4.3.4.1. Clasificación y definición de la instalación.

El Art. 3 del Decreto 141/2009, se describe como instalación eléctrica, todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Una instalación de baja tensión se establece según dicho artículo en una tensión nominal por debajo de 1 KV.

4.3.4.2. Componentes y productos constituyentes de la instalación.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

- Derivación Individual.
 - Conductores de cobre.
 - Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.

- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo prescrito en la Norma UNE que le es de aplicación.
- Cuadro general de distribución.
- Interruptor general automático de corte.
- Interruptor diferencial general.
- Dispositivos de corte.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Interruptor de control de potencia (ICP).
- Instalación interior.
- Conductores de cobre.
- Circuitos
- Puntos de luz y tomas de corriente.
- Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes y pulsadores.

4.3.4.2.1. Conductores eléctricos.

Las características de los conductores deben cumplir con lo establecido en la ICT-BT-19 del REBT y serán de cobre y siempre aislados en este proyecto.

4.3.4.2.2. Canalizaciones.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria y Planos.

4.3.4.2.3. Identificación de los conductores.

Los conductores deberán estar correctamente identificados con sus respectivos Colores: neutro, fase y tierra en azul, marrón-negro y amarillo-verde respectivamente.

4.3.4.2.4. Derivación Individual (DI).

Las longitudes, trazados y características de la derivación individual están caracterizadas en el presente proyecto, así como las canalizaciones usadas y sus dimensiones, según lo dispuesto en la tabla 1 del apartado 2 de la ITC-BT-15 del REBT, las características, sección y aislamiento de los conductores elegidos.

4.3.4.2.5. Cuadros de mando y protección.

Se colocará el CMP descrito y presupuestado en esta memoria, se elaborarán de materiales no inflamables y adecuados a la potencia instalada.

Estará formado por los dispositivos generales individuales de mando y protección además de:

- Un interruptor general automático de corte de accionamiento manual independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial para protección de contactos indirectos.
- Dispositivo de corte omnipolar para protección contra sobrecargas.

4.3.4.2.6. Interruptores automáticos.

El interruptor general automático poseerá suficiente poder de corte para la intensidad de cortocircuito.

El resto de los interruptores automáticos y diferenciales resistirán las corrientes de cortocircuito que puedan aparecer en la instalación.

Los interruptores automáticos tendrán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo del tipo de corriente indicación de las características de desconexión.

4.4.3.4.2.7. Fusibles.

Los fusibles deberán permitir el cambio bajo tensión sin peligro y deberán tener marcada la intensidad y tensión nominal a la que trabajan.

4.4.3.4.2.8. Puesta a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Se elaborará según lo establecido en la memoria, situación forma y características. Estarán acordes a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.3.4.2.9. Luminarias.

Las luminarias que se instalarán están registradas en la memoria o equivalentes y cumplirán lo establecido en las Normas UNE.

Las partes metálicas accesibles deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra.

4.3.4.2.10. Accesibilidad a las instalaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

4.4. Montaje de la instalación.

4.4.1. Consideraciones generales.

La instalación eléctrica en Baja Tensión la realizarán instaladores eléctricos autorizados y deberán realizarse según lo que establece el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. La Dirección declinará todas las partes de la instalación que no cumplan los requisitos exigidos, siendo la empresa instaladora autorizada o Contratista obligada a sustituirlas a su cargo.

4.4.2. Canalizaciones

La canalización eléctrica y la que no lo es, solo podrán coincidir en el mismo canal cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- Estará asegurada la protección contra contactos indirectos según lo establecido en ITC-BT-24, considerando a los conductos metálicos como elementos conductores.
- Las canalizaciones eléctricas estarán protegidas contra posibles peligros que pueda presentar la proximidad a otro tipo de canalizaciones, especialmente:
 - o El incremento de temperatura, debido a la cercanía con un fluido caliente.
 - o La condensación.
 - o La inundación.
 - o La corrosión.
 - o La explosión.
- Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra.
- Las canalizaciones seguirán preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales del local.
- Las curvas no generarán una reducción en secciones inadmisibles.
- Será de fácil introducción y retirada de conductores en los tubos una vez colocados y fijados. El número de curvas en ángulo recto entre dos registros consecutivos no superará 3.
- El conexionado de conductores se ejecutará en el interior de cajas diseñadas para este propósito.
- No estará permitido unir dos conductores con empalmes o retorcimiento entre ellos, será de obligado cumplimiento unirlos con bornes de conexión montados individualmente o con regletas de conexión.
- Para la colocación de los tubos se seguirá lo indicado en la ITC-BT-20 e ITC-BT-21.

4.4.3. Instalación de las lámparas.

Las partes metálicas accesibles deberán conectarse al conductor protector de tierra. La protección contra contactos directos e indirectos se realizará según los requisitos de la ICT-BT-24 del REBT.

4.4.4. Señalización.

La instalación al completo tendrá que estar debidamente señalizada y diferenciados todos sus componentes, así como tener advertencias e instrucciones debido a manipulaciones incorrectas, accidentes o contactos indirectos.

4.4.5. Instalación de puesta a tierra.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa de una parte del circuito con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Los materiales deberán cumplir los siguientes requisitos:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté dentro de los parámetros indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro.

El tipo y la profundidad a la que se debe enterrar de las tomas de tierra deben incluir el caso de una posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos y que en este caso no aumente la resistencia de la toma de tierra por encima del valor establecido. La profundidad mínima será de 0,50 m.

El valor de resistencia a tierra no permitirá que existan tensiones superiores a 24 V en local o emplazamiento conductor y 50 V en los demás casos.

4.4.5. Acabados.

Las rozas tendrán que quedar cubiertas de mortero o yeso, y enrasadas con el resto de la pared.

Una vez concluida la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados. Concluido estos trabajos se descubrirán y se colocarán embellecedores y tapas.

4.5. Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica.

4.5.1. Objeto.

El objeto del Pliego de Condiciones Técnicas Particulares es establecer las características mínimas admisibles para la Instalación Solar Fotovoltaica conectadas a red según lo marcado por la IDEA. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

4.5.2. Campos de aplicación.

Este Pliego aplica a la instalación solar fotovoltaica conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

4.5.3. Normativa de aplicación

Se aplicarán las siguientes normas y reglamentos:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red.
- 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.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

- ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

4.5.4. Diseño.

4.5.4.1. Diseño del generador fotovoltaico.

Todos los módulos instalados serán el mismo modelo sin capacidad de sustituirlos por uno similar ni en diseño ni en capacidad.

4.5.4.2. Orientación, inclinación y sombras.

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la siguiente tabla. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica.

Casos	Orientación e Inclinación (OI)	Sombras (S)	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

4.5.4.3. Componentes y materiales.

4.5.4.3.1. Generalidades.

Como principal generalidad se debe asegurar un aislamiento eléctrico mínimo tanto en los paneles como en los inversores, así como en cajas de conexión, exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento con un grado de protección mínimo de IP65 contra agua y polvo.

La instalación incluirá todos los elementos y características necesarios para asegurar la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable. Asimismo, el funcionamiento de

estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Tampoco podrá ocasionar ningún tipo de situación peligrosa ni para los propietarios ni para los instaladores. Los materiales que por causa de fuerza mayor deban permanecer a la intemperie contarán con una protección extra contra las inclemencias del tiempo.

También se instalarán los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas.

4.5.4.3.2. Sistemas generadores fotovoltaicos.

Los paneles fotovoltaicos deberán tener el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros.

Los paneles tendrán que llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

La estructura del generador se conectará a tierra. Para facilitar el mantenimiento y reparación del generador y por seguridad, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

4.5.4.3.4. Inversores.

Serán adecuados para el tipo de instalación que se hará, así como a la red eléctrica a la que irán conectados. Tendrán capacidad suficiente para trabajar en el momento del día en el que el rendimiento será máximo.

Tendrán las siguientes características:

- Fuente de corriente.
- Autoconmutados.

Los inversores cumplirán con las indicaciones comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética añadiendo además protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red.

Los inversores contarán con las señalizaciones oportunas para la correcta utilización por parte del usuario. Así mismo, contará con controles automáticos que aseguren su adecuado funcionamiento.

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

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la Corriente Alterna.

El inversor tendrá como características eléctricas:

- El inversor estará capacitado para seguir entregando potencia a la red a pesar de estar recibiendo una irradiación solar por encima del 10 % las de CEM. Así mismo será capaz de soportar picos de un 30 % superior a las CEM en períodos de tiempo no superiores a 10 segundos.
- El autoconsumo debido al modo de espera o modo nocturno no podrá ser superior al 2 %.
- El factor de potencia del inversor deberá ser como mínimo de 0.95 a rendimiento entre un 20 % y el 100 %.
- El inversor comenzará a trabajar cuando reciba una potencia mayor del 10% de su potencia nominal e inyectará la potencia a la red.

El inversor tendrá un aislamiento IP65 capaz de permanecer a la intemperie con lluvias y polvo.

Los inversores serán capaces de operar bajo temperaturas entre 0°C – 40°C y entre 0% - 85% de humedad relativa.

4.5.4.3.5. Cableado.

Los conductores estarán compuestos de cobre en su interior, una capacidad de caídas de tensión no superior al 1.5% y una disipación adecuada del calor para evitar sobrecalentamientos.

El cable deberá tener una longitud suficiente para no generar esfuerzos por quedar tirante ni posibles enganches por el paso de personas.

El cableado en corriente continua dispondrá de doble aislamiento preparado para permanecer a la intemperie conforme a lo dispuesto en la norma UNE 21123.

4.5.4.3.6. Conexión a red.

La instalación se llevará a cabo con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4.5.4.3.7. Protecciones.

La instalación se llevará a cabo con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Para la protección de la instalación contra sobreintensidades se usarán interruptor magnetotérmico, diferencial y fusible, con las características de funcionamiento que correspondan a las propias exigencias de la instalación que están protegiendo, es decir, los niveles de corriente de consumo, admisible, etc.

Entre los diferentes elementos de protección utilizados en la instalación, se establecerá una correcta coordinación de actuación entre ellos.

Para la protección de la instalación fotovoltaica contra sobretensiones se hará uso de un descargador de sobretensiones transitorias de continua, ubicado en paralelo con el inversor, equipo sensible ante perturbaciones. Las especificaciones de estos dispositivos para sistemas FV deben diseñarse tanto para soportar la tensión sin carga máxima del generador fotovoltaico, como asegurar la máxima seguridad del sistema.

4.5.4.3.8. Puesta a tierra.

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

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto la parte en corriente continua como la de corriente alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del distribuidor, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.5.4.4. Condiciones de ejecución de obra

4.5.4.4.1 Replanteo de la instalación.

Antes del inicio de la obra se deben definir las condiciones y características mínimas que debe cumplir el diseño del proyecto e instalación de los equipos y materiales que serán utilizados dentro de este presente proyecto. Además, se deberá tener detallado los anclajes de las estructuras, distribución de los módulos, colocación del inversor y demás materiales antes de comenzar con la obra con el objetivo de realizar un trabajo lo más fluido posible.

4.5.4.4.2 Preparación del proyecto.

Una vez que el propio cliente haya aceptado la oferta presentada del proyecto, el Director de este debe juntar toda información de la propuesta para realizar un detallado análisis que permita los siguientes aspectos:

- Detectar fallos o divergencias en el documento de la oferta que puedan afectar a los costes del proyecto.
- Verificar que la empresa de ingeniería dispone de medios y recursos suficientes para realizar el proyecto según dicta el propio contrato presentado al cliente.

El Director del Proyecto debe incluir todos los recursos necesarios que definen el proyecto y que se han especificado en este documento, tanto como medios humanos, materiales y financieros.

4.5.4.4.3 Ejecución de la obra.

Los trabajos de obra se deberán realizar sobre el espacio que se ha indicado. Además, se deberá realizar las siguientes comprobaciones:

- Comprobar la disposición de los diferentes equipos y materiales que harán falta para realizar el diseño, tales como módulos, estructuras, cableado, inversor, etc.
- Comprobar que todos los materiales suministrados cumplen con las normativas y verificar que no hay indicios de defectos en ellos.

Si existiese alguna divergencia entre documentos que repercutiera a los trabajos de obra, será de obligación comunicar al director de obra para que éste tome las medidas necesarias para la puesta en marcha de la obra.

4.5.4.5. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.

4.5.4.5.1. Programa de mantenimiento.

El objetivo de este apartado será definir los trabajos que requerirán los equipos durante su vida útil.

Existen dos tipos de actuaciones que ejercerá la empresa instaladora mientras dure la garantía de los equipos para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos generadores:

- Mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras. Constará de:
 - o Una comprobación de las protecciones eléctricas.
 - o Una comprobación del estado de los paneles.
 - o Una comprobación del estado del inversor.
 - o Una comprobación del estado mecánico de cables y terminales.
- Mantenimiento correctivo: operaciones de sustitución para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos. Incluye:
 - Visita presencial a la instalación cuando el cliente lo pida por avería grave en la misma.
 - Los costes económicos derivados del mantenimiento correctivo. (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas,

transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

4.5.4.5.2. Garantías.

La instalación se reparará de acuerdo a lo establecido en las condiciones si sufre una avería ya sea por defecto de fábrica o error al montarlo, siempre que se les haya dado un uso adecuado a las instalaciones.

La garantía se concederá al propietario de la instalación debiendo justificarse mediante un certificado de garantía entregado al comprador con la fecha de inicio y fin de la garantía.

La garantía incluirá la reparación o recambio de los componentes y las piezas dañados, así como la mano de obra y traslado de un profesional mientras esté dentro de plazo.

4.5.4.5.3. Anulación de la garantía.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

4.5.4.5.4. Lugar y tiempo de la prestación.

Cuando el usuario de la instalación detecte algún fallo de funcionamiento, este lo comunicará al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación lo comunicará al fabricante del componente defectuoso.

Las reparaciones de las averías de la instalación se realizarán en la ubicación de la está por el suministrador. Si la avería de algún equipo no pudiera ser efectuada en la vivienda del usuario, el componente debe ser llevado a un taller oficial.

Por último, el suministrador realizará las reparaciones o recambios de componentes con la mayor brevedad posible una vez se le haya comunicado el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los daños causados por la tardanza en dichas reparaciones.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

PRESUPUESTO

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 IEI015	Ud	Red eléctrica completa de distribución interior de vivienda unifamiliar:			
		Cuadro distribución vivienda:			
		- Cuadro de protección y distribución de viviendas.			
		- Interruptor de control de potencia (ICP) de 2x32A (P.C. 6kA)			
		- Interruptor automático magnetotérmico (PIA) de 1+Nx10 A (P.C. 6kA)			
		- Interruptor automático magnetotérmico (PIA) de 1+Nx16 A (P.C. 6kA)			
		- Interruptor automático magnetotérmico (PIA) de 1+Nx20 A (P.C. 6kA)			
		- Interruptor automático magnetotérmico (PIA) de 1+Nx25 A (P.C. 6kA)			
		- Interruptor general automático de corte omnipolar 1+Nx32A (P.C. 10kA)			
		- Interruptor diferencial general de 2x40A, sensibilidad 30mA			
		Total Ud	1,000	380,27	380,27
1.2 IELD	Ud	Líneas y derivaciones:			
		- Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 20mm. Para circuito C1, iluminación. Según UNE 2103			
		- Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25mm. Py tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 32mm. Para circuito C2, tomas de corriente de uso general y frigorífico. Según UNE 21031-3.			
		- Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 32mm. Para circuito C3, cocina y horno. Según UNE 21031-3.			
		- Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25mm. Para circuito C4, lavadora, lavavajillas y termo eléctrico. Según UNE 21031-3.			
		- Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25mm. Para circuito C5, tomas de corriente de los cuartos de baño y de cocina. Según UNE 21031-3.			
		- Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 32mm. Para circuito C9, instalación de aire acondicionado. Según UNE 21031-3.			
		Total Ud	1,000	156,05	156,05

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.3 IEM	Ud	Mecanismos:			
		- Interruptor unipolar, gama básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.			
		- Conmutador, serie básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.			
		- Conmutador de cruce, gama básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.			
		- Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.			
		- Base de enchufe de 25 A 2P+T para cocina, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.			
		Total Ud	1,000	245,50	245,50
1.4 IIII130	Ud	Luminaria:			
		- Luminaria Disano 882 Compact CRI95 (todos componentes de instalación)			
		- Luminaria Disano 420 Rigo (todos componentes de instalación)			
		Total Ud	1,000	571,76	571,76
1.5 IEP021	Ud	Toma de tierra:			
		- Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 14 mm de diámetro y 1,5 m de longitud.			
		- Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .			
		- Grapa abarcón para conexión de pica.			
		- Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.			
		- Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.			
		- Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.			
		Total Ud	1,000	96,86	96,86
1.6 EM	Ud	Envío de material			
		Total Ud	1,000	151,50	151,50
1.7 MOE	Ud	Mano de Obra:			
		- Oficial 1ª electricista.			
		- Ayudante electricista.			
		- Peón ordinario construcción.			
		Total Ud	1,000	1.515,00	1.515,00

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 IEF001	Ud	Módulo solar fotovoltaico: - Módulo solar fotovoltaico Canadian Solar Hiku Mono de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 415 W.			
		Total Ud	1,000	2.080,60	2.080,60
2.2 IEF020	Ud	Inversor fotovoltaico: - Inversor monofásico SUNNY BOY 4.0 SMA, Capacidad 4KW			
		Total Ud	1,000	1.236,24	1.236,24
2.3 IEX055	Ud	Cuadro distribución de vivienda: - Interruptor de control de potencia (ICP) de 2x32 A (P.C. 6kA) - Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA - Interruptor general automático de corte omnipolar 1+Nx32A (P.C. 10kA) - Interruptor diferencial general de 2x40A, sensibilidad 30mA - Protector contra sobretensiones PSL2-8/120 TT Lineas y derivaciones: - Cable de 4 mm ² de sección UNE VV 750V - Cable de 6 mm ² de sección UNE VV 750V Canalización: - Tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) de 20 mm de diámetro. - Tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) de 25 mm de diámetro.			
		Total Ud	1,000	713,62	713,62
2.4 ES	Ud	Estructura de soporte para módulos fotovoltaicos de fijación coplanar y colocación vertical (CYM-TIV)			
		Total Ud	1,000	412,08	412,08
2.5 MO	Ud	Mano de Obra: - Oficial 1ª instalador de captadores solares. - Ayudante instalador de captadores solares. - Oficial 1ª electricista. - Ayudante electricista. - Oficial 1ª construcción. - Peón ordinario construcción.			
		Total Ud	1,000	1.212,00	1.212,00
2.6 EM	Ud	Envío de material			
		Total Ud	1,000	151,50	151,50

Presupuesto parcial n° 3 INSTALACION AGUA CALIENTE SANTARIA SOLAR

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 ICA010	Ud	Instalación solar GEA 316. 150L 4 Personas. Equipo de circulación natural con captador solar, Interacumulador de acero, serpentín de intercambio térmico, cámara de expansión, estructura de soporte de acero, equipo solar. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo del aparato. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica y de tierra. Puesta en marcha. Materiales.			
		Total Ud	1,000	1.442,28	1.442,28
3.2 MOACS	Ud	Mano de Obra: - Oficial 1° fontanero. - Ayudante fontanero.			
		Total Ud	1,000	505,00	505,00
3.3 EM	Ud	Envío de material			
		Total Ud	1,000	151,50	151,50

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 il	Ud	Ingeniería y legalización de instalaciones. Preparación, entrega de la memoria técnica.			
		Total Ud	1,000	505,00	505,00
4.2 TL		Preparación de documentación y preparación ante el ayuntamiento.			
		Total	1,000	121,20	121,20

Proyecto: PRESUPUESTO

Capítulo	Importe
Capítulo 1 INSTALACION ELECTRICA	3.116,94
Capítulo 2 INSTALACION FOTOVOLTAICA	5.806,04
Capítulo 3 INSTALACION AGUA CALIENTE SANTARIA SOLAR	2.098,78
Capítulo 4 TRAMITACIÓN	626,20
Presupuesto de ejecución material	11.647,96
13% de gastos indirectos	1.514,23
6% de beneficio industrial	698,88
Suma	13.861,07
7% IGIC	970,27
Presupuesto de ejecución por contrata	14.831,34

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CATORCE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

**PROYECTO DE INSTALACIONES
PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE**

Trabajo de Fin de Grado

CONCLUSIONS

Conclusions.

The objectives of this projects werw the updates of the house's installations.

First, adapting the electrical installations to a elevated electrification and installing the lighting fixtures.

Other instalation were a photovoltaic plant for the power demand of home and the sale of the surplus.

To finsih, the addition of a thermosyphon, to use slar radiation to heat te water of the house.

All the objetives that was purposes culdn't ben fulfilled. The installation of rainwater collect didn't meet the expectations expected during the proyect planning, ruling out the installation in the house.

But with the facilities that are possible to implement, they will help the house to achieve the main objective, to gradually become a sustainable home.

In general it has been a completed proyect in wich a lot of electrical branched have been touched in a proyect of this caliber. Highlighting the importance given in the visual design of the project.