



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

AUTOR: Carlos González González

TUTOR: José Francisco Gómez González

ÍNDICE GENERAL

HOJA DE IDENTIFICACIÓN .....	3
MEMORIA .....	4
ANEXO I. INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN .....	24
ANEXO II. GENERADORES FOTOVOLTAICOS .....	33
ANEXO III. ILUMINACIÓN.....	57
ANEXO IV. PUESTA A TIERRA.....	79
PLANOS.....	82
PLIEGO DE CONDICIONES.....	94
PRESUPUESTO .....	113
CONCLUSIONES .....	122

## Hoja de identificación

### TÍTULO:

Proyecto de instalación eléctrica, fotovoltaica y ACS solar de una vivienda unifamiliar.

### REFERENCIA DE IDENTIFICACIÓN:

Proyecto de instalación en vivienda.

### PROYECTISTA:

Carlos González González.

DNI: 45734192-A

Dirección: Calle Uruguay 34, Granadilla de Abona, 38612, Santa Cruz de Tenerife.

### PROMOTOR:

Escuela superior de ingeniería y tecnología de la Universidad de La Laguna

### EMPLAZAMIENTO:

Carretera General del Sur 31, Fasnía, 38570, Santa Cruz de Tenerife.



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**Memoria**

AUTOR: Carlos González González



## ÍNDICE MEMORIA

<b>1.</b>	<b>Objeto del proyecto.....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Antecedentes del proyecto.....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Alcance del proyecto .....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Normativa y referencias .....</b>	<b>7</b>
1.1.	Normativa .....	7
1.2.	Referencias.....	8
<b>6.</b>	<b>Software utilizado .....</b>	<b>8</b>
<b>7.</b>	<b>Descripción de la vivienda .....</b>	<b>9</b>
<b>8.</b>	<b>Emplazamiento.....</b>	<b>10</b>
<b>9.</b>	<b>Análisis del diseño .....</b>	<b>11</b>
1.3.	Instalación en Baja Tensión.....	11
1.4.	Generadores fotovoltaicos.....	12
9.1.1.	Paneles fotovoltaicos .....	13
9.1.2.	Inversores .....	14
9.1.3.	Cableado.....	14
9.1.4.	Protecciones .....	14
9.1.5.	Orientación, inclinación y separación entre fila de paneles.....	15
1.5.	Iluminación.....	16
1.6.	Puesta a Tierra .....	21
1.7.	Agua Caliente Sanitaria Solar .....	21
<b>10.</b>	<b>Presupuesto .....</b>	<b>23</b>
<b>11.</b>	<b>Programación de los trabajos .....</b>	<b>23</b>

## 1. Objeto del proyecto

El presente Proyecto tiene por objeto el describir y justificar las cualidades y magnitudes de las diferentes instalaciones a ejecutar, instalación eléctrica e iluminación, fotovoltaica y agua caliente sanitaria, dando cumplimiento a la Normativa vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la Ejecución de las instalaciones para que sirva de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho Proyecto mediante la utilización de Energías Renovables.

## 2. Abstract

In this work, an electrical installation project will be carried out in a single-family home using computer software and basing the data on the information provided by the Low Voltage Electrotechnical Regulation.

Taking into account current energy efficiency conditions, we will add photovoltaic and thermal solar energy to generate both electricity and sanitary hot water.

18 panels and two inverters with a production capacity of 5850 W will be installed, all of them placed on the roof of the house to make the most of the space, in addition a box will be implemented to protect electrical appliances from inclement weather.

6 interior circuits will be calculated and placed, one for lighting, two for power and the rest for the kitchen, wet circuits and for both bathrooms. In turn, a new grounding will be added by placing a two-meter-deep grounding box, near the facilities chute in the arable land part of the parcel.

A thermosyphon with a capacity of 150 liters will also be mounted with a 50 liter electric boiler, with this it should be more than enough to supply the 4 members of the house with hot water, thus providing considerable energy savings.

Finally, a lighting study will be carried out to find out the number of lights to be placed in each space of the house.

## 3. Antecedentes del proyecto

Se dispone de una vivienda junto a una parcela en el municipio de Fasnía, tiene una instalación hecha hace al menos 55 años. Debido al mal estado de esta se procederá a anular la vieja instalación y a instalar una nueva.

El objetivo será realizar una nueva instalación siguiendo el REBT moderno y adaptándola a las necesidades actuales de energías renovables incluyendo una preinstalación para domótica.

## 4. Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto concretará estas instalaciones:

- Instalación de baja tensión.
- Instalación de iluminación.
- Instalación de agua caliente sanitaria solar.
- Instalación de puesta a tierra.
- Instalación fotovoltaica.

## 5. Normativa y referencias

### 1.1. Normativa

Se tendrán en cuenta los siguientes reglamentos y normas para la realización de este proyecto:

- 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 No 081 del 27 de abril de 2010.
- 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.
- 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 Sobreintensidades.

- 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.
- UNE 12464.1. Norma europea sobre la iluminación para interiores.
- 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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

## 1.2. Referencias

- Efecto Led (2017). Niveles de iluminación recomendados en vivienda. <https://www.efectoled.com/blog/niveles-iluminacion-recomendados-viviendas/>
- Prysmian Club (2019). Cálculos de caída de tensión. Valores oficiales de conductividad para Cu y Al. <https://www.prysmianclub.es/calculos-de-caidas-de-tension-valores-oficiales-de-conductividad-para-cu-y-al/>
- Prysmian Club (2019). Cálculo de líneas para una instalación fotovoltaica de 5 kW para autoconsumo. <https://www.prysmianclub.es/calculo-de-lineas-para-una-instalacion-fotovoltaica-de-5-kw-para-autoconsumo/>
- Certificados Energéticos (2020). Consumo diario de ACS en el certificado energético con el nuevo DB HE. <https://www.certificadosenergeticos.com/consumo-diario-de-acs-certificado-energetico>
- Bájate la potencia (2016). La potencia que necesitas. <http://www.bajatelapotencia.org/la-potencia-que-necesitas/>
- Ingeniería industrial online (2019). Método de lúmenes. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/metodo-de-lumenes/>

## 6. Software utilizado

- AutoCAD para la elaboración de planos tanto de la vivienda como del esquema eléctrico.
- Dialux para el cálculo de luminarias a instalar en las estancias.
- Presto para la elaboración de presupuestos.

- Visor GRAFCAN para conocer los lindes de la parcela.
- PVGIS para la elaboración de la planta fotovoltaica.

## 7. Descripción de la vivienda



El solar se encuentra en el municipio de Fasnía en Tenerife y cuenta con una superficie total de 552 metros cuadrados, de los cuales, construidos 234 metros cuadrados divididos en tres plantas y el resto es una parcela cultivable. La vivienda cuenta con:

- 3 habitaciones
- 2 baños
- Cocina
- Comedor
- Sala de estar
- Oficina
- Bodega
- Almacén

Las tres habitaciones y uno de los baños se encuentran en la planta alta, situada al nivel de la carretera, el comedor, la cocina, la oficina y la sala de estar están un piso por debajo de la rasante y la bodega y el almacén, un piso por debajo del anterior.

La instalación de los paneles fotovoltaicos se situará en la azotea de la vivienda para no perder espacio en la parcela.

El resto de la parcela, la dividiremos en dos partes, la más alta se usará como zona de estacionamiento y lo que queda como espacio para cultivar.

La distribución de la vivienda por plantas y su superficie total, quedan definidos en la tabla a continuación.

<i>Zona</i>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Planta</b>
<i>Dormitorio 1</i>	16.53	3
<i>Dormitorio 2</i>	11.23	3
<i>Dormitorio 3</i>	13.44	3
<i>Baño 1</i>	4.24	3
<i>Baño 2</i>	5.1	2
<i>Sala de Estar</i>	13.48	2
<i>Oficina</i>	10.33	2
<i>Cocina</i>	15.65	2
<i>Comedor</i>	13.66	2
<i>Almacén</i>	23.42	1
<i>Bodega</i>	16.55	1



## 8. Emplazamiento

La vivienda se sitúa en el casco del municipio de Fasnía, al tratarse de un pueblo de medianías, dispone de terrenos cultivables muy típicos de esta zona.





## 9. Análisis del diseño

### 1.3. Instalación en Baja Tensión

En esta sección se dará explicación a los cálculos realizados en el Anexo II en el que se desarrolla cómo se realizará la instalación de la vivienda con sus circuitos individuales para cada propósito del montaje.

La instalación eléctrica suele estar compuesta por las siguientes partes:

- La acometida es la parte de la línea que conecta la red eléctrica de la operadora con el primer elemento de la instalación, la CPM. En el caso de esta vivienda, al ser antigua y tener un montaje anterior que se anulará, no será necesario calcularla pues ya está instalada.
- La caja general de protección y medida (CPM) se coloca en instalaciones con un único cliente o vivienda, en ella se alojan los fusibles para proteger la línea y el cuadro de contadores, en este caso se montará un contador bidireccional de 45 A ya que se instalará una planta fotovoltaica con una capacidad de producción de 5850 W que verterá a la red el sobrante de energía producida que no se consuma.
- La derivación individual (DI) es la unión entre la CPM y la CGMP está diseñada según lo establecido en la ITC-BT-15. Al tener acometida área, la DI estará formado por un cable multiconductor XLPE3 con una sección de  $10 \text{ mm}^2$  en un conducto en una pared térmicamente aislada (A2). La caída de tensión no podrá ser superior al 1.5 % y el desarrollo de los cálculos de este tramo de la línea se encuentra en el Anexo I. Instalación en Baja Tensión.

- Cuadro general de mando y protección (CGMP) se ha diseñado teniendo en cuenta la ITC-BT-17. En ella se encuentran el ICP, el interruptor capaz de cortar la línea de todo el circuito, el diferencial para proteger a las personas de contactos indirectos y el resto de los interruptores magnetotérmicos que controlan los circuitos internos de la vivienda, estará ubicada detrás de la puerta de acceso a la vivienda a una altura de 1.70 m. en el apartado de planos del proyecto se encuentran los planos unifilares donde se especifica su diseño.
- Circuitos interiores se trata de la parte de la línea que alimenta a los diferentes receptores, ya se iluminación o circuito de fuerza. Cada uno de ellos estarán formados por tres cables unipolares, el amarillo-verde será la tierra, el marrón o negro la fase y el azul el neutro, tendrán un aislamiento XLPE y se encontrarán en el interior de tubos corrugados de diferentes tamaños dependiendo de la sección del cable, además, estos tubos estarán situados por encima del falso techo y pasarán a través del patinillo de instalaciones por las diferentes plantas de la vivienda, soportarán una tensión máxima de 750 V y no podrán tener una pérdida mayor del 3 %.
- Puesta a tierra todas las partes metálicas de los circuitos interiores tendrán un conductor de protección derivados a tierra.

#### 1.4. Generadores fotovoltaicos

La instalación eléctrica contará además con una planta fotovoltaica en la azotea de la vivienda, esta planta será suficiente para alimentar la vivienda durante el día, produciendo un excedente que se podrá volcar a la red para generar un beneficio al cliente o para que pueda solicitar más potencia a la red en caso de necesitarla.

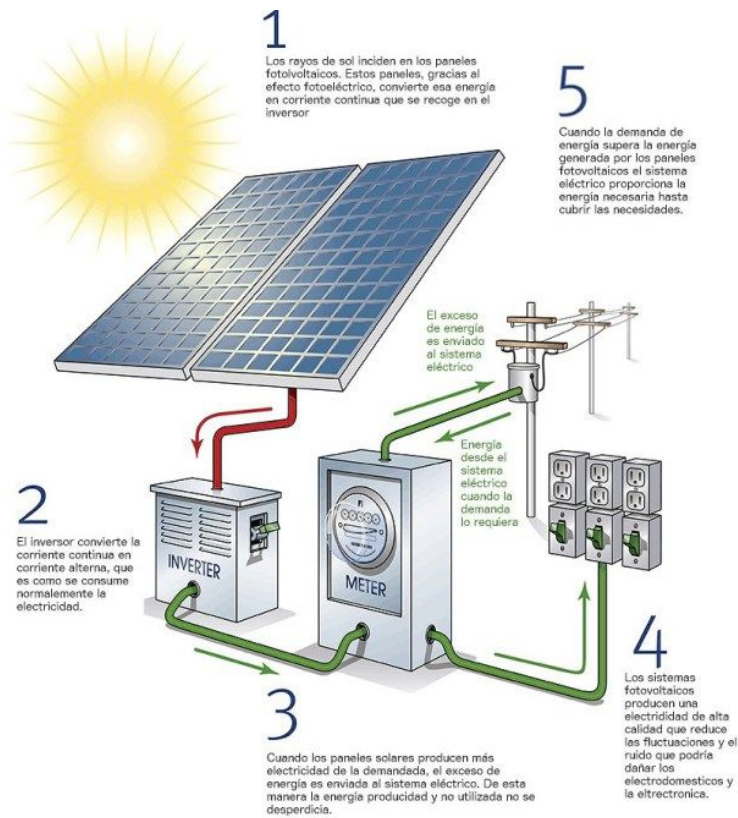
Se tratará de una instalación eléctrica de autoconsumo con excedentes los cuales serán volcados a la red pública, esto es posible ya que no se superan los 100 kW establecidos como límite de autoconsumo en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Conforme a la guía profesional aportada por el IDAE para la tramitación del autoconsumo, se establece que para poder acogerte a compensación económica por parte de las operadoras, debes cumplir con que sea una instalación de origen renovable y la potencia sea inferior a 100 kW, en este caso, la energía procedente de la instalación de autoconsumo que no sea consumida instantáneamente o almacenada por los consumidores asociados, se inyecta a la red; cuando los consumidores precisen 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.



### 9.1.1. Paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos o captadores solares, serán los responsables de transformar la irradiación solar en energía eléctrica en corriente continua que más tarde será convertida a alterna.



Para el presente proyecto se usará uno de los mejores paneles del mercado, del fabricante Panasonic, el modelo específico es el VBHN325SJ47 y presenta las siguientes cualidades:

Características Eléctricas (a CS)	Potencia máxima	(Pmax)	[W]	325
	Tensión para máxima potencia	(Vmp)	[V]	57.6
	Corriente para máxima potencia	(Imp)	[A]	5.65
	Tensión en circuito abierto	(Voc)	[V]	69.6
	Corriente en cortocircuito	(Isc)	[A]	6.03
	Protección contra sobrecorriente		[A]	15
	Tolerancia de potencia a la salida		[%]	+10/-0*
	Voltaje máximo del sistema		[V]	1000

El diseño de la planta constará de 18 paneles con una capacidad máxima de producción de 325 W cada uno para un total de 5850 W, 6 paneles estarán conectados en serie a un inversor y los otros 12 estarán en paralelo 6 y 6 al otro inversor.

### 9.1.2. Inversores

Los inversores serán los encargados de convertir la corriente continua que generan los paneles a la corriente alterna que alimentará la vivienda con una tensión de 230 V y 50 Hz.

Se colocarán 2 inversores, uno de ellos con una capacidad de entrada de 2 KW y otro de 4 KW, al primero se le conectarán los paneles en serie y al segundo los dos string en paralelo, el fabricante de ambos es SMA.

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 2.0
<b>Entrada (CC)</b>				
Potencia máx. del generador fotovoltaico	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	4000 Wp
Tensión de entrada máx.			600 V	600 V
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V	210 V a 500 V
Tensión asignada de entrada			365 V	360 V
Tensión de entrada mín./de inicio			100 V/125 V	50 V / 80 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B			15 A/15 A	10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B			15 A/15 A	18 A
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP			2/A:2; B:2	1 / 1
<b>Salida (CA)</b>				
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	2000 W
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA	2000 VA
Tensión nominal de CA/Rango			220 V, 230 V, 240 V/De 180 V	220 V / 230 V / 240 V
Frecuencia de red de CA/Rango			50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz, 60 Hz / -5 Hz a +5	
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red			50 Hz/230 V	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A <sup>2)</sup>	9 A
Factor de potencia a potencia asignada			1	1
Factor de desfase ajustable			0,8 inductivo a 0,8 capaci,	0,8 inductivo a 0,8 capaci
Fases de inyección/conexión			1/1	1 / 1
<b>Rendimiento</b>				
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0 %/96,4 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %	97,2 % / 96,4 %

### 9.1.3. Cableado

El cableado se encarga de transportar la corriente continua generada por los paneles hacia los inversores para ser transformada y de ahí al ICP para alimentar la vivienda.

Se montarán conductores de cobre con aislante XLPE, con una sección de 4 mm<sup>2</sup> en la parte continua para no tener caídas de tensión mayores de las permitidas, en este caso 1.5 %, y con una sección de 6 mm<sup>2</sup> para el tramo de la línea alterna que une a los inversores con el cuadro de mando y protección, evitando así no superar el 1.5 % máximo permitido de caídas de tensión para este tramo.

### 9.1.4. Protecciones

Los componentes de la instalación empleados para la protección de esta estarán situados en un pequeño recinto situado en la azotea ya que los inversores pueden generar ruidos molestos si se sitúan en el interior de la vivienda y necesitan estar protegidos de

las inclemencias del tiempo. Así mismo en el CGMP, se colocará un ICP previo a conectar la energía de la planta generadora a la vivienda y antes del ICP de la vivienda ya que, si sucede cualquier problema en los generadores, al ser de difícil acceso la azotea, se podrá cortar esta fuente y alimentar la vivienda con la potencia de la red.

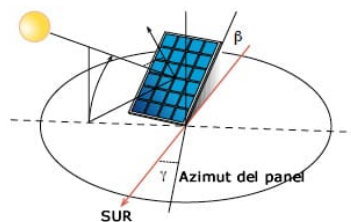
Los elementos de los que se compondrá las protecciones de esta planta serán:

- Un magnetotérmico para cada inversor de 10 A y 25 A.
- Un interruptor diferencial para proteger de contactos indirectos de personas.
- Un limitador contra sobretensiones.
- Fusibles para proteger los componentes de la instalación.

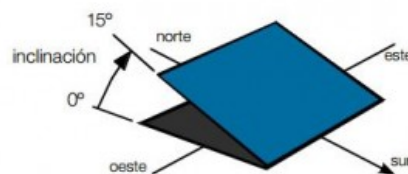
#### 9.1.5. Orientación, inclinación y separación entre fila de paneles

Teniendo en cuenta donde se situarán los paneles, se colocarán apuntando hacia el sur ya que de esa manera recibirán la máxima cantidad de irradiación solar a lo largo del día.

Se ha hecho uso del software PVGIS para conocer el ángulo y la inclinación adecuado para la instalación de los paneles, el ángulo de orientación tiene su origen en el ángulo de azimut que apunta a  $0^\circ$ , hacia la izquierda tendrá ángulos positivos y hacia la derecha lo contrario, para este caso  $\alpha = -1^\circ$ .

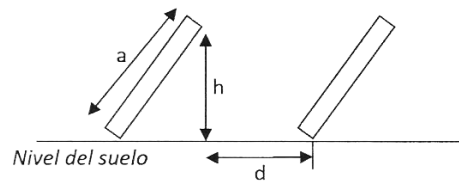


La inclinación será el ángulo que formarán los paneles con respecto a la horizontal. Así como para la orientación, para la inclinación de los paneles se usó el software PVGIS para conocer la inclinación idónea, en este caso será de  $\beta = 26^\circ$ .



La distancia entre una fila y otra de paneles es importante para evitar que se proyecten sombras sobre la fila trasera ya que eso provocaría que no produjeran energía mientras permaneciera la sombra. Además de esto, hay que tener en cuenta posibles objetos fijos en los alrededores que puedan producir sombras sobre estos, en este caso no existe ningún tipo de interrupción.

La distancia que se ha calculado en el Anexo II Generadores fotovoltaicos, es de 0.72 m ya que los paneles están colocados en horizontal y no se elevarán mucho sobre la estructura monta.



### 1.5. Iluminación

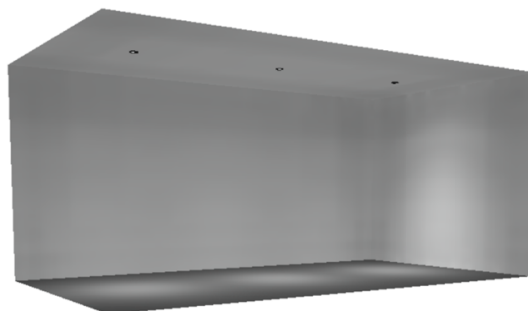
Para la iluminación en el interior de una vivienda no existe ninguna normativa que regule los lúmenes medios por estancia por lo que se ha hecho uso de tablas creadas por particulares. Efecto Led (2017). Niveles de iluminación recomendados en vivienda. <https://www.efectoled.com/blog/niveles-iluminacion-recomendados-viviendas/>

<i>Estancia</i>	<b>Lúmenes</b>
<i>Cocina</i>	200
<i>Baño</i>	100
<i>Pasillos y escaleras</i>	100
<i>Dormitorio</i>	50-100
<i>Dormitorio niños</i>	200
<i>Salón</i>	100
<i>Vestíbulo</i>	100
<i>Comedor</i>	150
<i>Otros</i>	100

Se han usado 3 tipos de luminarias diferente una de ellas para iluminar la escalera, otra para iluminar el comedor y la última para la vivienda en general.

#### Dormitorio 1

Será el dormitorio matrimonial y estará formado por 3 PHILIPS RS141B con una potencia individual de 11 W y un objetivo de iluminación mantenida entre 50-100 lux.

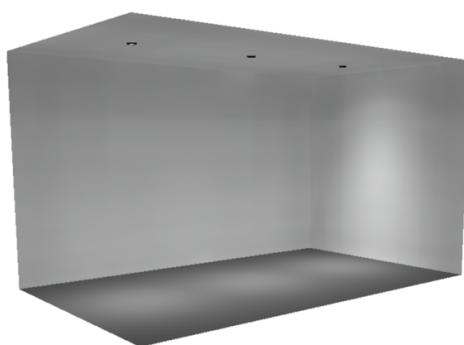


DIALux reporta los siguientes resultados:

<i>Zona</i>	<b>Em</b>	<b>VEEI (<math>\frac{W}{m^2} 100 lux</math>)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
<i>Dormitorio 1</i>	95	2.11	33

### Dormitorio 2

Será el dormitorio juvenil y estará formado por 3 PHILIPS RS141B con una potencia individual de 11 W y un objetivo de iluminación mantenida entre 100-200 lux.

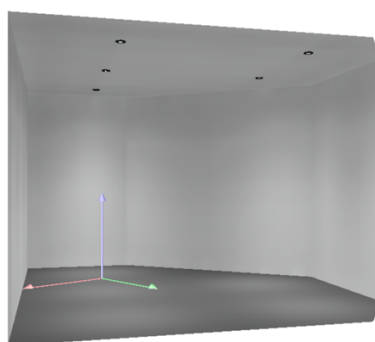


DIALux reporta los siguientes resultados:

<i>Zona</i>	<b>Em</b>	<b>VEEI (<math>\frac{W}{m^2} 100 lux</math>)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
<i>Dormitorio 2</i>	133	2.21	33

### Dormitorio 3

Será el dormitorio infantil y estará formado por 5 PHILIPS RS141B con una potencia individual de 11 W y un objetivo de iluminación mantenida de 200 lux.

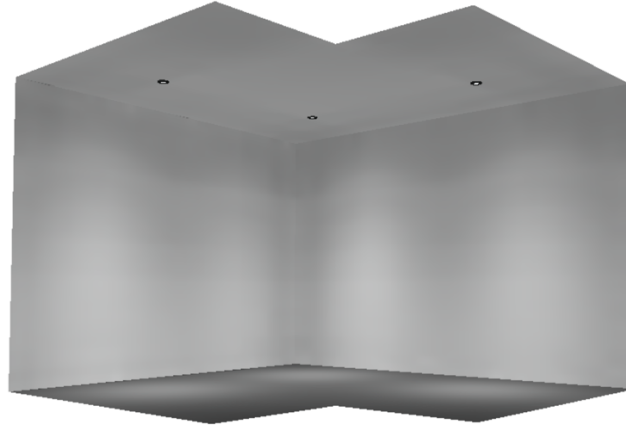


DIALux nos reporta los siguientes resultados:

<i>Zona</i>	<b>Em</b>	<b>VEEI (<math>\frac{W}{m^2} 100 lux</math>)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
<i>Dormitorio 3</i>	184	2.22	55

### Sala

Será la sala de estar de la vivienda y estará formado por 3 PHILIPS RS141B con una potencia individual de 11 W y un objetivo de iluminación mantenida sobre 100 lux.

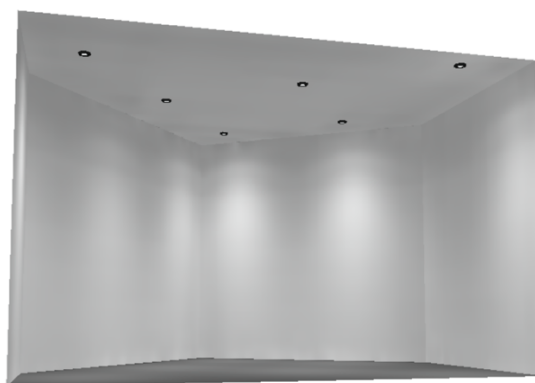


DIALux nos reporta los siguientes resultados:

<i>Zona</i>	<b>Em</b>	<b>VEEI (<math>\frac{W}{m^2}</math> 100 lux)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
<i>Sala</i>	127	2.22	33

### Oficina

Al ser un lugar de lectura y trabajo, se requerirá una iluminación media mantenida de 300 lux, para ello se instalarán 6 PHILIPS RS141B con una potencia individual de 11 W.

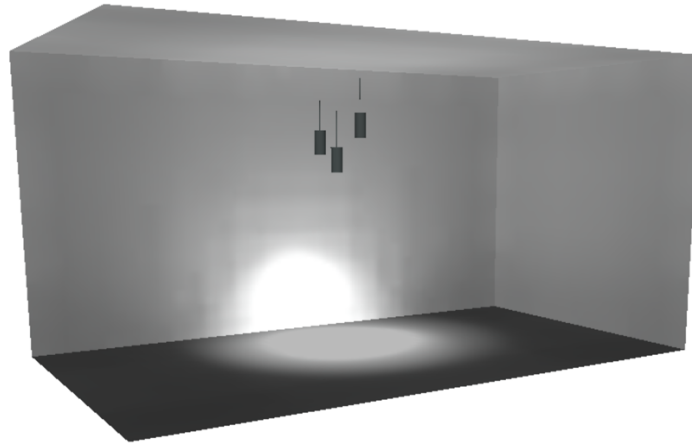


DIALux nos reporta los siguientes resultados:

<i>Zona</i>	<b>Em</b>	<b>VEEI (<math>\frac{W}{m^2}</math> 100 lux)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
<i>Oficina</i>	262	2.44	66

### Comedor

Para el comedor, solo iluminaremos el área de donde se situará la mesa y tendrá un objetivo de iluminación mantenida de 300 lux, para ello se instalarán 3 PT320T con una potencia individual de 14.4 W.



DIALux nos reporta los siguientes resultados:

<i>Zona</i>	<b>Em</b>	<b>VEEI (<math>\frac{W}{m^2}</math> 100 lux)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
<i>Comedor</i>	309	3.18	43.2

### Cocina

Al igual que en la oficina, la cocina será un lugar de trabajo por lo que necesitará buena iluminación media mantenida, en este caso, 300 lux, para ello se instalarán 6 PHILIPS RS141B con una potencia individual de 11 W.

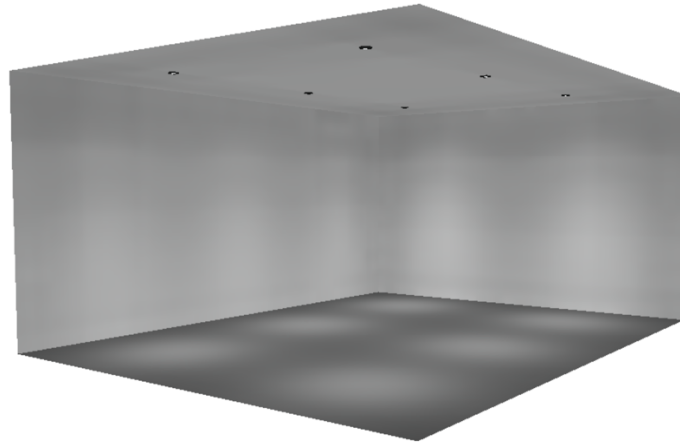


DIALux nos reporta los siguientes resultados:

<i>Zona</i>	<b>Em</b>	<b>VEEI (<math>\frac{W}{m^2}</math> 100 lux)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
<i>Cocina</i>	190	2.22	66

### Almacén

Será una zona poco habitada y que no requerirá de una iluminación media mantenida muy alta por ello se establecerá en 100 lux, para ello se instalarán 6 PHILIPS RS141B con una potencia individual de 11 W.



DIALux nos reporta los siguientes resultados:

<i>Zona</i>	<b>Em</b>	<b>VEEI (<math>\frac{W}{m^2}</math> 100 lux)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
<i>Dormitorio 1</i>	134	2.82	66

### Bodega

Del mismo modo que el almacén, este será poco transitado, por ello no requiere iluminación media mantenida muy elevada por lo que será de 100 lux, para ello se instalarán 3 PHILIPS RS141B con una potencia individual de 11 W.



DIALux nos reporta los siguientes resultados:



Zona	Em	VEEI ( $\frac{W}{m^2} 100 lux$ )	Potencia Total (W)
Dormitorio 1	94	2.12	33

### 1.6. Puesta a Tierra

Al ser una instalación de más de 60 años, no cumple con la normativa actual de puesta a tierra, por ello se ha tenido que diseñar una nueva teniendo en cuenta que habrá que realizar la instalación con la vivienda ya construida.

Para hacer el cálculo se ha usado la normativa ITC-BT-18 y el desarrollo se encuentra en el Anexo IV. Se instalará una pica con un conductor desnudo enterrado de sección  $35 mm^2$  con una longitud de 2 metros cerca del patinillo de instalaciones de la vivienda.

### 1.7. Agua Caliente Sanitaria Solar

Para la instalación de A.C.S se ha tenido en cuenta lo estipulado en el Documento Básico HE de Ahorro de Energía, en él se establece detalles como el uso de A.C.S por persona en diferentes establecimientos, para una vivienda se determinará en 28 l/día, en esta residencia vivirán 4 personas por lo que se ha de seleccionar un acumulador de al menos 112 litros.

Con respecto a este proyecto, se usará un termosifón de 150 litros del fabricante Junkers. Se ha tomado esta decisión ya que la vivienda consta de 3 plantas, pero la entrada a la vivienda se realiza por la tercera, por lo que la azotea se encuentra a unos 4 metros sobre el nivel de la entrada del agua a la vivienda, esto hace que el agua del suministro público llegue con una presión más que suficiente como para alimentar el termosifón y así evitar la instalación de bombas para la circulación del agua.



El dispositivo contará con dos circuitos, uno primario que circulará por el interior del captador ascendiendo a través de él debido al cambio de densidad y presión gracias a la

radiación solar, una vez en el acumulador, intercambia el calor con el circuito secundario que será el que alimente a la vivienda. Además de esto, se añadirá un termo eléctrico de 50 litros como apoyo al circuito secundario en el caso de que el intercambio de calor realizado por el termosifón no sea suficiente.

Al igual que con los circuitos eléctricos interiores, las tuberías de la instalación se distribuirán a través de la vivienda por el falso techo y circularán de una planta a otra por el patinillo de instalaciones.

<b>GAMA</b>	<b>150 l</b>	
<b>CAPTADOR</b>	<b>1 x FCC - 2S</b>	
<b>DEPÓSITO</b>	TS 150-2	TS 150-2 E
Tipo de sistema	Circuito indirecto	Circuito indirecto
Tipo de intercambiador	Doble envolvente (horizontal)	Doble envolvente (horizontal)
Capacidad total (l.)	150	150
Volumen acumulación circuito primario (l.)	13	13
Volumen acumulación circuito secundario (l.)	145	145
Presión máx. de trabajo circuito primario (bar)	2,5	2,5
Presión máx. de trabajo circuito secundario (bar)	10	10
Diametro (mm)	580	580
Longitud (mm)	1.120	1.120
Peso vacío (kg)	71	71
Recubrimiento exterior	acero galvanizado lacado	acero galvanizado lacado
Revestimiento interior	Doble esmaltado	Doble esmaltado
Tipo de aislamiento	Poliuretano, libre de CFC	Poliuretano, libre de CFC
Espesor de aislamiento (mm)	50	50
Disposición del vaso de expansión	Interior	Interior
Volumen vaso de expansión (l)	3	3
Protección catódica	Ánodo de magnesio	Ánodo de magnesio
Sin brida para conexión de resistencia eléctrica (conforme al CTE)	X	
Con brida para conexión de resistencia eléctrica		X

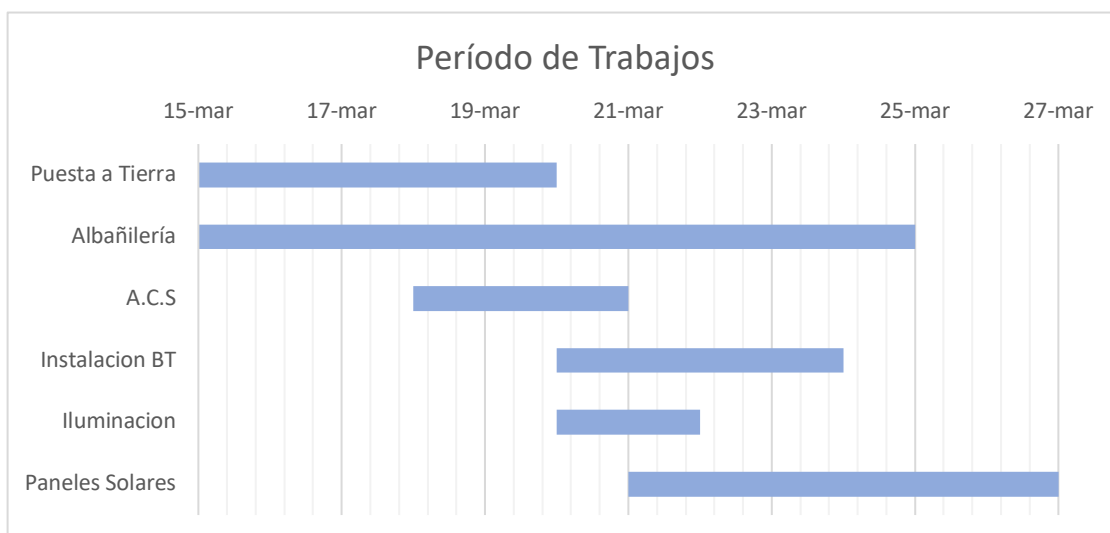
<b>CIRCUITO HIDRÁULICO Y ACCESORIOS</b>		
Material de las tuberías	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Tipo de conexión entre captadores	Flexible, en acero inoxidable	Flexible, en acero inoxidable
Presión válvula seguridad primario (bar)	2,5	2,5
Presión válvula seguridad secundario (bar)	10	10
<b>OTRAS CARACTERÍSTICAS</b>		
Peso lleno en funcionamiento (kg)	290	290
Distancia entre apoyos: alto x ancho (mm)	880	880
Medidas del equipo montado aprox: alto x longitud x fondo (mm) (tejado plano)	1.120 x 2.365 x 1.705	1.120 x 2.365 x 1.705
Protección anti-hielo	71	71

## 10. Presupuesto

El valor de este proyecto considerando la dimensión de este, instalación de generadores fotovoltaicos e inversores, instalación en baja tensión de en vivienda de electrificación elevada, estudio de iluminación y luminarias, montaje de termosifón para el A.C.S. y puesta a tierra, asciende a un total de 23.166,09 €. El presupuesto se encuentra desarrollado en el apartado con este nombre.

## 11. Programación de los trabajos

La distribución de los trabajos se ha desarrollado de manera que se pueda reducir al máximo el tiempo del proyecto, la duración total será de 12 días en los que se solaparán algunas tareas, pero siempre evitando que se interrumpan unas por culpa de las otras, el resultado es el siguiente:





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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**ANEXO I. Instalación en Baja Tensión**

AUTOR: Carlos González González

## ÍNDICE INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN

<b>1.</b>	<b>Potencia total de la instalación</b> .....	<b>26</b>
<b>2.</b>	<b>Cálculos justificativos</b> .....	<b>28</b>
2.1.	Cálculo de intensidad .....	28
2.2.	Cálculo de la caída de tensión .....	29
2.3.	Cálculo de las protecciones.....	29
<b>3.</b>	<b>Dimensionado de la instalación</b> .....	<b>30</b>
3.1.	Derivación Individual.....	30
3.2.	Protección contra cortocircuitos.....	31
3.3.	Caída de tensión.....	32

## 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 él se especifica el número de circuitos y sus características para instalaciones interiores. A continuación, se establecerá el consumo por circuito previsto:

### Iluminación (C1)

Circuito de distribución interna destinado a alimentar los puntos de iluminación.

<b>Zona</b>	<b>Unidades</b>	<b>Consumo individual (W)</b>	<b>Consumo (W)</b>
<i>Escalera</i>	1	18.3	18.3
<i>Baño 1</i>	1	18.3	18.3
<i>Dormitorio 1</i>	2	18.3	26.6
<i>Dormitorio 2</i>	2	18.3	26.6
<i>Dormitorio 3</i>	3	18.3	54.9
<i>Pasillo</i>	2	18.3	36.6
<i>Vestíbulo arriba</i>	1	18.3	18.3
<i>Salón</i>	2	18.3	36.6
<i>Oficina</i>	3	18.3	54.9
<i>Baño 2</i>	1	18.3	18.3
<i>Cocina-Comedor</i>	3	18.3/25	61.6
<i>Vestíbulo</i>	1	18.3	18.3
<i>Exterior</i>	3	11	33
<b>Total (W)</b>			<b>389.3</b>

### Tomas de uso general (C2)

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

<b>Elemento</b>	<b>Consumo (W)</b>
<i>Frigorífico</i>	300
<i>Microondas</i>	1200
<i>Extractor</i>	165
<i>Televisión</i>	180
<i>Lámparas de noche x6</i>	30
<i>Router wifi</i>	10
<i>Descodificador</i>	7
<i>Ordenador x2</i>	800

<i>Motor Estor x6</i>	270
<i>Robot aspirador</i>	25
<i>Total (W)</i>	2987

### Cocina (C3)

Circuito de distribución interna destinado a alimentar cocina y horno.

<b><i>Elemento</i></b>	<b>Consumo (W)</b>
<i>Vitrocerámica</i>	2000
<i>Horno</i>	3400
<i>Total (W)</i>	5400

### Circuitos Húmedos (C4)

Circuito de distribución interna destinado a alimentar los puntos de iluminación.

<b><i>Elemento</i></b>	<b>Consumo (W)</b>
<i>Lavadora</i>	1500
<i>Termo</i>	1500
<i>Lavavajillas</i>	1500
<i>Total (W)</i>	4500

### Baño (C5)

Circuito de distribución interna destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño.

<b><i>Elemento</i></b>	<b>Consumo (W)</b>
<i>Secador</i>	2000
<i>Total (W)</i>	2000

### Potencia total

De nuevo, haciendo uso de la normativa ITC-BT-25 del REBT y teniendo en cuenta el consumo por circuito de la vivienda, se determinan los puntos de uso de cada elemento, la sección de los conductores y el diámetro de los conductos por los que circularán.

Los resultados se muestran en la tabla a continuación:

<i>Elemento</i>	<b>Potencia (W)</b>	<b>F<sub>s</sub></b>	<b>F<sub>u</sub></b>	<b>Toma</b>	<b>Interruptor (A)</b>	<b>Puntos de uso</b>	<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tubo (mm<sup>2</sup>)</b>
<i>C1</i>	389.3	0.75	0.5	Punto de luz	10	14	1.5	16
<i>C2.1</i>	1322	0.2	0.25	Base 16 A	16	29	4	20
<i>C2.2</i>	1665	0.2	0.25	Base 16 A	16	3	4	20
<i>C3</i>	5400	0.5	0.75	Base 25 A	25	2	6	25
<i>C4</i>	4500	0.66	0.75	Base 16 A	20	3	4	20
<i>C5</i>	2000	0.4	0.5	Base 16 A	16	2	2.5	20

Como se observa, el circuito de fuerza se ha dividido en dos, uno para el resto de electrodomésticos de la cocina, y el otro para el resto de aparatos eléctricos de la vivienda.

Se concluye por tanto que, el consumo habitual de la vivienda será de alrededor de 5000 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 tanto por superficie de la vivienda como por número de tomas de corriente y la previsión de instalación de sistemas de automatización, la vivienda será de electrificación elevada por lo que habrá que realizar los cálculos de la instalación de enlace previendo una potencia mínima de 9200 W.

## 2. Cálculos justificativos

### 1.8. Cálculo de intensidad

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

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

- P: Potencia de la línea
- V: Tensión de la línea (230 V)
- $\cos \phi$ : Factor de potencia de la instalación (1)



### 1.9. Cálculo de la caída de tensión

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

$$e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot V^2} \cdot 100$$

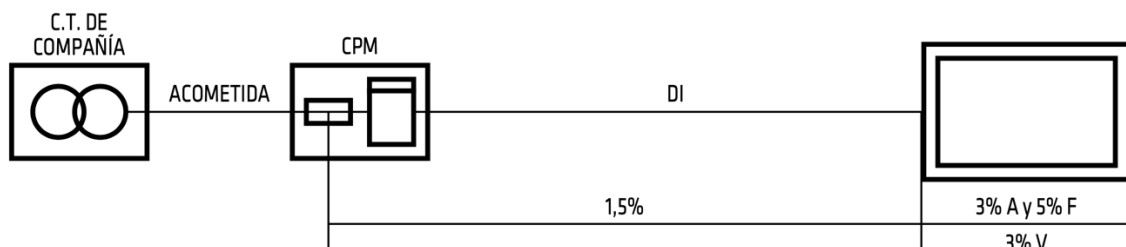
- L: Longitud más desfavorable de la línea
- P: Potencia de la línea
- $\gamma$ : Conductividad del cable
- S: Sección del cable
- V: Tensión de la línea (230 V)

La conductividad del cobre a 20 °C es de  $58 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ , dado que la temperatura de operación de los cables será de 70 °C, la conductividad resultante será la siguiente:

$$\gamma_{Cu70} = \frac{1}{\frac{1}{58} \cdot (1 + 0.00393 \cdot (70 - 20))} = 48.57 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

Según se detalla en el Anexo 2 de la guía de baja tensión, los límites de caída de tensión vienen detallados en las ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19 y son los siguientes:

<i>Parte de la instalación</i>	<b>Para alimentar a:</b>	<b>Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro</b>
<i>LGA (Línea General de Alimentación)</i>	Suministros de un único usuario	No existe LGA
<i>DI (Derivación Individual)</i>	Suministros de un único usuario	1.5 %
<i>Circuitos interiores</i>	Circuitos interiores en vivienda	3 %



### 1.10. Cálculo de las protecciones

Para conocer el tipo de protecciones a instalar en el montaje es preciso conocer la corriente de cortocircuito que, según la Guía-BT-Anexo 3, se obtiene como:

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{R_{cc}} \text{ (A)}$$

- $I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito
- $U$ : Tensión de alimentación (230 V)
- $R_{cc}$ : Resistencia del conductor

### Protección contra sobrecargas

El requisito para cumplir la protección contra sobrecargas de las líneas es la siguiente:

$$I_b < I_n < I_z$$

- $I_b$ : Intensidad teórica soportada por el conductor.
- $I_n$ : Intensidad asignada del dispositivo de protección.
- $I_z$ : Intensidad admisible del conductor

### Protección contra cortocircuitos

La característica principal que debe cumplir la línea para la protección contra cortocircuitos es:

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

Siendo  $P_{dc}$  el poder de corte de los elementos de protección.

## 3. Dimensionado de la instalación

### 1.11. Derivación Individual

Como se ha comentado anteriormente, la potencia consumida por la vivienda estará en torno a los 5000 W pero, debido a las características de la vivienda, habrá que realizar el dimensionado con una potencia de electrificación elevada de 9200 W, por tanto la intensidad del conductor será:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{9200}{230 \cdot 1} = 40 \text{ A}$$

La acometida de la vivienda es aérea por lo que la derivación individual de la misma será un cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislada (A2), comprobando en la tabla de la ITC-BT-19:

Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S (mm <sup>2</sup> )												
<b>Cobre</b>												
1.5	11	11.5	13	13.5	15	16	16.5	19	20	21	24	-
2.5	15	16	17.5	18.5	21	22	23	26	26.5	29	33	-
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

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

$$44 A > 40 A$$

Como se ha indicado anteriormente, la pérdida de tensión para la derivación individual debe estar por debajo del 1.5%.

$$e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot V^2} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 5 \cdot 9200}{48.57 \cdot 10 \cdot 230^2} \cdot 100 = 0.358\% < 1.5\%$$

Para proteger la línea contra sobrecargas se instalará un fusible NH-00 de 42 A

$$I_b < I_n < I_z$$

$$40 A < 42 A < 44 A$$

### 1.12. Protección contra cortocircuitos

Con la finalidad de proteger el circuito se instalarán magnetotérmicos con un poder de corte de 6 kA y una intensidad nominal de funcionamiento particular para cada uno de los cinco circuitos, el cálculo de la intensidad de corte de cada circuito se realizará mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot V}{R_{cc}}$$

$$\text{Donde } R_{cc} = \gamma \cdot \frac{L}{S} \Omega$$

<i>Circuito</i>	Tensión (V)	$\gamma \left( \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right)$	L (m)	S ( $mm^2$ )	R ( $\Omega$ )	I <sub>cc</sub> (A)	<i>P<sub>dc</sub> &gt; I<sub>cc</sub></i>
<i>C1</i>	230	48.57	47	1.5	0.65	352.77	Sí
<i>C2.1</i>	230	48.57	38	2.5	0.31	587.95	Sí
<i>C2.2</i>	230	48.57	27	2.5	0.22	587.95	Sí
<i>C3</i>	230	48.57	25	6	0.09	1787.37	Sí
<i>C4</i>	230	48.57	31	4	0.16	1191.58	Sí
<i>C5</i>	230	48.57	25	2.5	0.21	603.84	Sí

### 1.13. Caída de tensión

La caída de tensión en circuitos interiores no puede ser superior al 3% por lo que habrá que realizar el cálculo para cada uno de ellos para comprobar su correcto dimensionado.

<i>Circuito</i>	L (m)	P (W)	$\gamma \left( \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right)$	S ( $mm^2$ )	Tensión (V)	E (%)	¿Cumple?
<i>C1</i>	38	389.3	48.57	1.5	230	0.94	Sí
<i>C2.1</i>	38	1322	48.57	2.5	230	1.56	Sí
<i>C2.2</i>	38	1665	48.57	2.5	230	1.4	Sí
<i>C3</i>	30	5400	48.57	6	230	1.75	Sí
<i>C4</i>	30	4500	48.57	4	230	2.71	Sí
<i>C5</i>	37	2000	48.57	2.5	230	1.93	Sí



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**ANEXO II. Generadores Fotovoltaicos**

AUTOR: Carlos González González

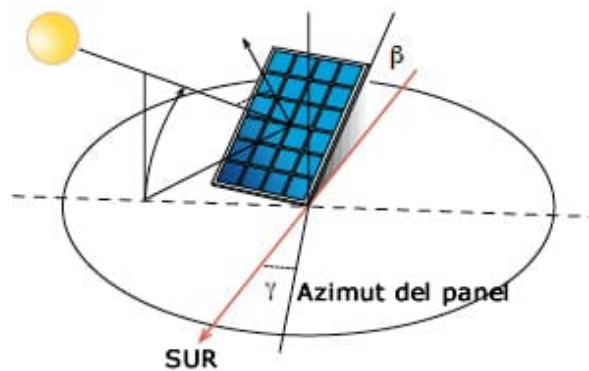
## ÍNDICE GENERADORES FOTOVOLTAICOS

<b>1.</b>	<b>Orientación .....</b>	<b>35</b>
<b>2.</b>	<b>Inclinación .....</b>	<b>35</b>
<b>3.</b>	<b>Separación .....</b>	<b>36</b>
<b>4.</b>	<b>Distribución .....</b>	<b>36</b>
<b>5.</b>	<b>Inversores .....</b>	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>Sección de cable .....</b>	<b>39</b>
<b>7.</b>	<b>Caída de tensión .....</b>	<b>41</b>
<b>8.</b>	<b>Performance Ratio.....</b>	<b>42</b>
<b>9.</b>	<b>Protecciones.....</b>	<b>45</b>
9.1.1.	Protección contra contactos indirectos.....	47

## 1. Orientación

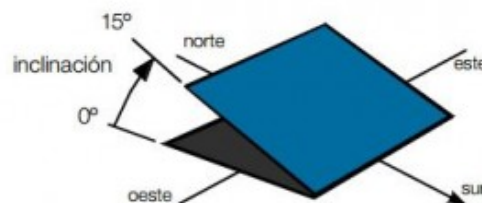
Para esta parte del proyecto se ha hecho uso del software PVGIS. Este programa se usa para ayudar al montador a elegir la mejor configuración de los paneles, conociendo la localización, latitud 28.24, longitud -16.44, es capaz de calcular la orientación óptima para las placas  $-1^\circ$ . En este caso, sabemos que lo más favorable es que estén orientadas hacia el Sur ya que recibirá más radiación solar a lo largo del día de este modo, además, el software es capaz de calcular la producción mensual de la planta e informar de la radiación solar por mes.

Se situará el ángulo de azimut con  $0^\circ$  hacia el sur, de esta manera, los ángulos positivos estarán a la izquierda de este y los negativos a la derecha.



## 2. Inclinación

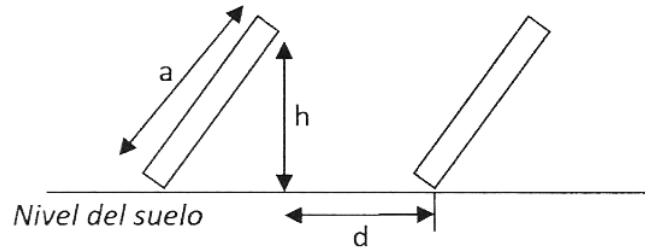
Las placas fotovoltaicas estarán instaladas en estructuras fijas por lo que deberán adquirir una inclinación con respecto al plano horizontal para captar la mayor radiación solar posible situándolas en un plano favorable teniendo en cuenta la trayectoria del sol a lo largo del año.



Haciendo uso de nuevo del software PVGIS determinaremos la inclinación óptima de los paneles teniendo en cuenta su ángulo de azimut y la localización en la que se encuentran, el resultado es de  $26^\circ$  sobre la horizontal.

### 3. Separación

Debido a que la instalación de los paneles se realizará sobre una estructura fija, se calculará una 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 trasero.



La expresión que determina esta distancia o separación mínima entre paneles viene dada por:

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

Para calcular la altura del panel, usaremos trigonometría básica trigonometría básica conociendo el ángulo de inclinación, 23 y 24 grados, y las dimensiones del panel 1.053x1.59m (alto x ancho) ya que colocaremos los paneles en horizontal para que no destaquen tanto en la parte alta de la casa y resistan mejor al viento.

$$h = a \cdot \sin(\alpha) = 1.053 \cdot \sin(26) = 0.46 \text{ m}$$

introducimos estos valores en la expresión anterior para obtener las distancias en ambos casos.

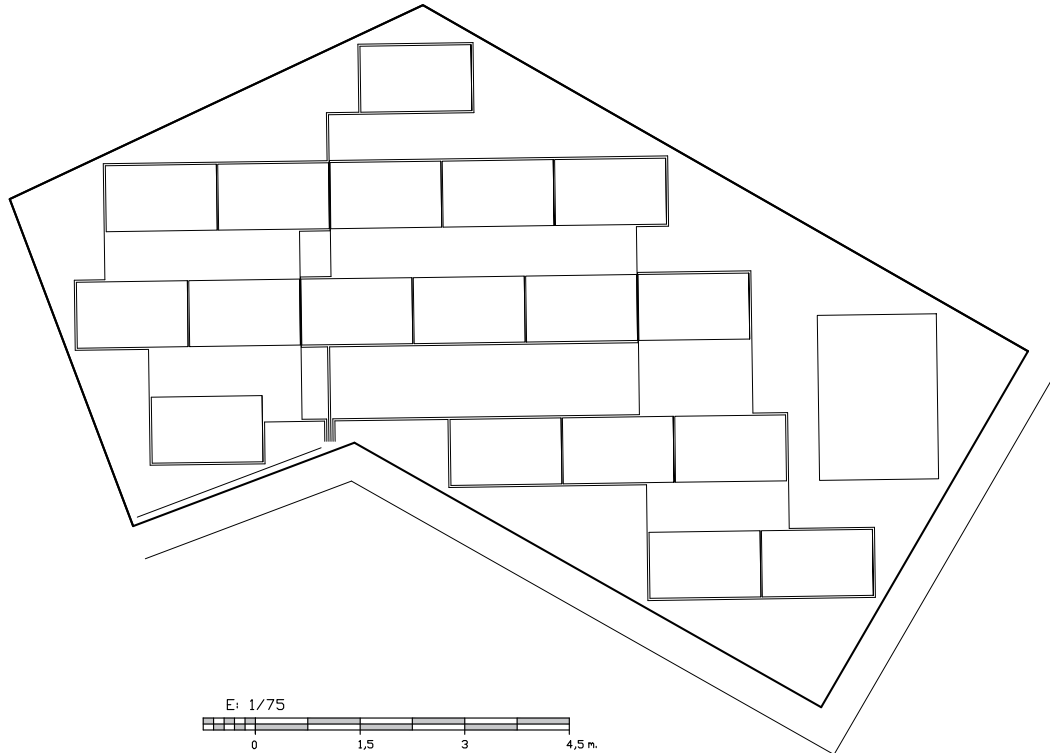
$$d = \frac{0.46}{\tan(61^\circ - 28.24)} = 0.72 \text{ m}$$

### 4. Distribución

Para la distribución de los paneles se ha usado la orientación óptima aportada por PVGIS de  $-1^\circ$  con respecto al ángulo de azimut y teniendo en cuenta las dimensiones de



lugar donde se van a colocar y las del propio panel, su inclinación y la separación correspondiente, se ha colocado el mayor número posible de paneles, siendo este el resultado:



Como se observa, el resultado final es de 18 paneles cubriendo el total de la superficie de la vivienda.

## 5. Inversores

Para la correcta elección de los inversores se ha hecho uso de nuevo de Sunny Design el cual hace una propuesta de dos inversores, el SB4.0-1AV-41 con una potencia máxima de 4 kW y el SB2.0-1VL-40 con una potencia máxima de 2 kW, al primero de ellos llegan dos string en paralelo de 6 paneles y al segundo 6 paneles en serie, conociendo los datos de ambos inversores, se comprobará su validez a continuación.

<i><b>Inversor</b></i>	<b>Rango de tensión en MPP</b>
<i>SB4.0-1AV-41</i>	140 V a 500 V
<i>SB2.0-1VL-40</i>	210 V a 500 V

Para asegurar la selección de estos inversores, se calculará el voltaje mínimo y máximo al que trabajarán.

### V<sub>min</sub>

Teniendo en cuenta la tensión en circuito abierto del panel 69.6V y el coeficiente de temperatura Voc -0.174 %/°C.

El primer paso será hallar el coeficiente por el que se multiplicará la tensión en circuito abierto especificado por el panel:

$$K = -0.174\%/^{\circ}C \cdot (T - 25^{\circ}C)$$

Se ha realizado este cálculo haciendo una búsqueda de la temperatura máxima histórica medida en canarias en el barranco de Masca el 17 de Julio de 1978 de 47.5°C.

$$K = -0.174\%/^{\circ}C \cdot (47.5^{\circ}C - 25^{\circ}C) = -0.039$$

Seguidamente se halla el producto de la tensión Voc y el coeficiente K

$$V_p = K \cdot V_{oc} = -0.039 \cdot 69.6 V = -2.72 V$$

Se multiplica por el número de paneles en serie del string

$$V_{string} = V_p \cdot n^{\circ} \text{ de paneles} = -2.72 V \cdot 6 \text{ paneles} = -16.33 V$$

Por último, se suma al voltaje obtenido por los paneles a temperatura ambiente resultando:

$$V_{min} = -16.33 V + 6 \cdot 69.6 V = 433.93 V$$

Como se observa, la tensión mínima obtenida es apta para ambos inversores. En el caso del inversor SB4.0-1AV-41 es alimentado por dos string en paralelo de 6 paneles en el que la tensión será igual a la producida por una serie.

### V<sub>max</sub>

Para calcular la tensión máxima de entrada a los inversores, se realizará el mismo procedimiento pero usando la temperatura mínima a la que trabajará, en este caso se usará la mínima histórica medida en Izaña durante el temporal de febrero de 1971 en el que se registraron -9.8°C.

$$K = -0.174\%/^{\circ}C \cdot (-9.8^{\circ}C - 25^{\circ}C) = 0.0605$$

Se calcula el voltaje de string:

$$V_{string} = 6 \text{ paneles} \cdot 0.0605 \cdot 69.6 V = 25.29 V$$

Y por último se suma a la tensión en cortocircuito de los paneles a temperatura ambiente:

$$V_{max} = 25.29 V + 6 \cdot 69.6 V = 442.89 V$$

De nuevo, entra dentro de los valores permitidos para ambos inversores por lo que la selección ha sido adecuada.

## 6. Sección de cable

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

Siendo:

- S: Sección del cable ( $mm^2$ )
- I: Intensidad máxima admisible por el cable (A)
- L: Longitud del cable (m)
- $\Delta u$ : Caída de tensión de la línea.
- $\gamma$ : Conductividad del cobre ( $m/W \cdot mm^2$ )

Teniendo en cuenta la distribución realizada de paneles y string, las longitudes de los cables entre los módulos y los inversores será la distancia calculada más un 5% de esta por seguridad resultando de la siguiente manera:

<b>Inversor</b>	<b>Strings</b>	<b>Módulos</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Longitud de cable</b>
<i>SB4.0-1AV-41</i>	A	6	24,77	26.01
	B	6	23.46	24.63
<i>SB2.0-1VL-40</i>	A	6	18.59	19.52

Para el cálculo de sección habrá que tener en cuenta que la caída de tensión máxima admisible para la sección tanto continua como alterna será de 1.5% respectivamente.

La conductividad del cobre a 20 °C es de  $58 m/\Omega \cdot mm^2$ , teniendo en cuenta que la temperatura de operación de los cables será de 80 °C habrá que calcular la conductividad de dicho material a esta temperatura.

$$\rho_{Cu80} = \frac{1}{\frac{1}{58} \cdot (1 + 0.00393 \cdot (80 - 20))} = 46.93 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$$

### Lado en corriente continua

La caída de tensión será el voltaje a potencia máxima capaz de producir cada string multiplicado por el porcentaje máximo de caída admisible.

$$\Delta u = 57.6 \cdot 6 \cdot 0.015 = 5.84 \text{ V}$$

Sustituyendo los datos para cada línea en la expresión inicial:

$$S = \frac{2 \cdot 26.01 \cdot 5.65}{46.93 \cdot 5.84} = 1.2 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{2 \cdot 24.63 \cdot 5.65}{46.93 \cdot 5.84} = 1.14 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{2 \cdot 19.52 \cdot 5.65}{46.93 \cdot 5.84} = 0.91 \text{ mm}^2$$

Como se observa, con una sección de  $1.5 \text{ mm}^2$  sería suficiente para cubrir las caídas de tensión e intensidades que atravesarán las líneas, pero teniendo en cuenta que los aparatos están preparados para trabajar con un cable fotovoltaico de  $4 \text{ mm}^2$ , se usará este para una menor caída de tensión.

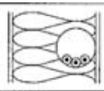

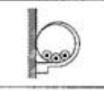
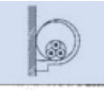
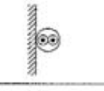
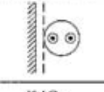
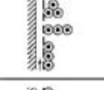
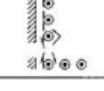
### Lado en corriente alterna

En la parte alterna, se conoce que la tensión que recorrerá la línea será de 230 V y la intensidad que saldrá de los inversores será de 9 A y 22 A por lo que el cable soportará una intensidad máxima de 31 A.

$$S = \frac{2 \cdot 6.1 \cdot 31 \cdot 1}{53.78 \cdot \frac{1.5}{100} \cdot 230} = 2.04 \text{ mm}^2$$

Haciendo el cálculo de sección a través de la caída de tensión, se comprueba que un cable de sección  $2.5 \text{ mm}^2$  sería suficiente, pero por seguridad, se hará el cálculo también usando la tabla 1 del reglamento de baja tensión 19.

La instalación se realizará en cable multiconductor en tubo de montaje superficial o empotrados en obra (B2) con un cable con aislamiento XLPE, además se aplicará un coeficiente mayorador para más seguridad de 1.25, resultando una intensidad de 38.75 A, buscando en la tabla:

<b>A</b>		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
<b>A2</b>		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
<b>B</b>		Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>B2</b>		Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
<b>C</b>		Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>3)</sup>					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>E</b>		Cables multiconductores al aire libre <sup>2)</sup> . Distancia a la pared no inferior a 0.3D <sup>3)</sup>					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
<b>F</b>		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4)</sup> . Distancia a la pared no inferior a D <sup>5)</sup>						3x PVC			3x XLPE o EPR <sup>1)</sup>	
<b>G</b>		Cables unipolares separados mínimo D <sup>5)</sup>								3x PVC <sup>1)</sup>		3x XLPE o EPR
<b>Cobre</b>	mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50			103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
	120				208	225	240	267	284	314	348	455
150				236	260	278	310	338	363	404	525	
185				268	297	317	354	386	415	464	601	
240				315	350	374	419	455	490	552	711	
300				360	404	423	484	524	565	640	821	

En este caso, la sección necesaria será de 6 mm<sup>2</sup>, mucho más grande que la calculada por intensidad por lo que será esta la instalada para más seguridad.

### 7. Caída de tensión

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

Para la caída de tensión se aplicarán las secciones normalizadas en el apartado anterior:

Caída de tensión	L (m)	I (A)	$\gamma$	S (mm <sup>2</sup> )	V	E (%)
Inversor 1 A	26.01	5.65	46.93	4	345.6	0.45
Inversor 1 B	24.63	5.65	46.93	4	345.6	0.43
Inversor 2	19.52	5.65	46.93	4	345.6	0.34
Corriente Alterna	7.1	31	53.78	6	230	0.59

## 8. Performance Ratio

Se describe como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo durante todo el año. 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.

Para obtener el performance ratio se hace uso de la siguiente expresión teniendo en cuenta las condiciones las que esta sometida la instalación:

$$PR(\%) = \eta \cdot [100\% - (P_{OI} + P_{dis} + P_{suc} + P_{cabCC} + P_{cabCA} + P_{Temp})]$$

- $\eta$  representa la eficiencia del inversor dada por el fabricante, 96.4 %.
- Los datos de la radiación solar mensual ( $Wh/m^2$ ) sobre el plano horizontal se han extraído visor GRAFCAN de IDECanarias.
- K: factor de corrección para una latitud de  $28.24^\circ$  y una inclinación de  $26^\circ$ , para hallar estos valores se ha interpolado teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$y = y_0 + (x - x_0) \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$$

- Gdm: Valor medio de irradiación (Radiación·K)

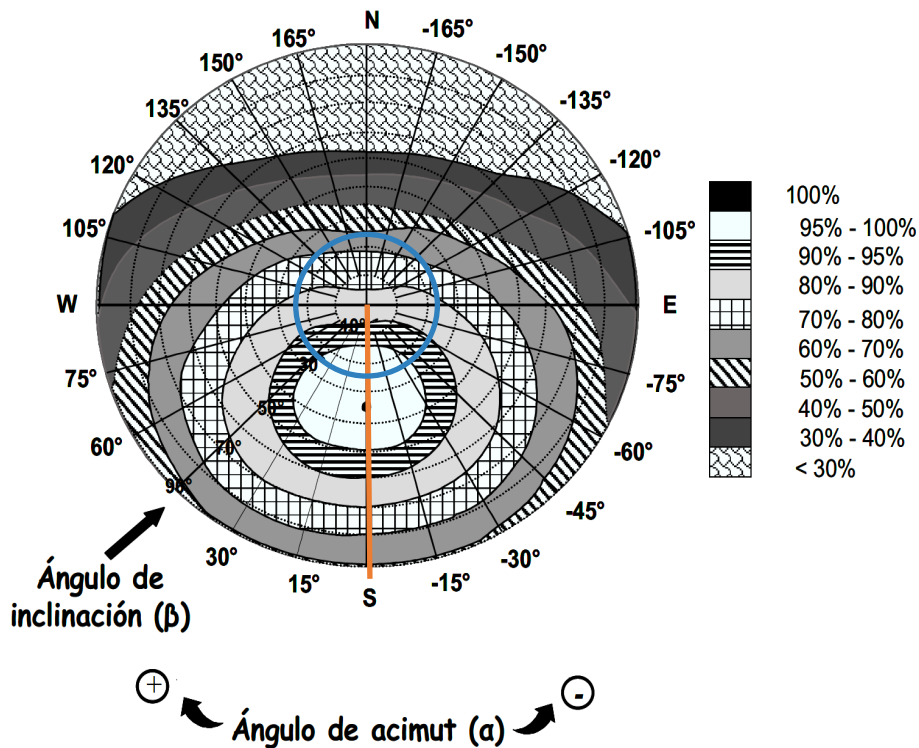
Mes	Días	T° Media	Irradiación	K	Gdm	Horas de Luz
Enero	31	14.4	2980.7	1.21	3595.92	10.5
Febrero	28	14.7	3582.3	1.15	4121.36	11
Marzo	31	15.6	5139.7	1.08	5543.06	12
Abril	30	16.1	4971.9	0.99	4963.94	13
Mayo	31	17.1	5958.5	0.94	5624.82	13.5
Junio	30	19.1	6125.3	0.92	5650.47	14
Julio	31	21.4	7024.3	0.94	6630.94	13.5
Agosto	31	22.1	6081.9	1.01	6121.31	13
Septiembre	30	21.5	5306.9	1.09	5797.26	12.5
Octubre	31	19.9	3680.9	1.19	4396.47	11.5
Noviembre	30	17.4	3033.0	1.26	3810.66	11
Diciembre	31	15.3	2851.9	1.25	3560.31	10.5

$P_{OI} (\%)$

Se trata de las pérdidas debido a la orientación e inclinación de los paneles, en el documento básico HE de ahorro de energía, establece las pérdidas límite en:

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

En esta instalación, los paneles se encuentran en el caso general por lo que las pérdidas no podrán ser mayores del 10 %, usando la siguiente guía, siendo la línea naranja el ángulo de azimut de  $-1^\circ$  y el círculo azul el ángulo de inclinación de los paneles de  $26^\circ$ , resultando encontrarse en unas pérdidas entre el 0% – 5%.



Para más precisión se empleará la siguiente expresión para hallar el valor numérico de las pérdidas:

$$Pérdidas(\%) = 100 \cdot [1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \alpha^2] \text{ Si } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

Sustituyendo:

$$Pérdidas(\%) = 100 \cdot [1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (26 - 28.24 + 10)^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} (-1)^2] = 0.73 \%$$

$P_{dis} (%)$

Representa el coeficiente relacionado con las pérdidas por disponibilidad de la instalación, un valor razonable para esta instalación es un 5%.

$P_{suc} (%)$

Viene determinada por las pérdidas por suciedad de los captadores, para esta instalación se establecerá en un 3%.

$P_{cabCC} (%)$

Las pérdidas en el tramo en continua se han calculado en el apartado anterior, debido a que las pérdidas dependen del inversor, estableceremos la más elevada, en este caso, 0.45%.

$P_{cabCA} (%)$

Al igual que en el tramo de continua, las pérdidas están calculadas anteriormente con un valor de 0.59%.

$P_{temp} (%)$

Hace referencia a las pérdidas medias anuales debido al efecto de la temperatura en los paneles extraída a través de la siguiente ecuación:

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

Donde  $T_c$  viene dado por:

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

Siendo:

- $g$ : coeficiente de temperatura de  $P_{max}$  del panel fotovoltaico
- $T_{med}$ : Temperatura media ambiente
- $TONC$ : Temperatura de operación nominal del panel fotovoltaico (44 °C según el fabricante)
- $E$ : Valor medio de irradiación mensual entre las horas de luz ( $h_i$ )



<i>Mes</i>	<b>Gdm</b>	<b>hi</b>	<b>TONC</b>	<b>Tmed</b>	<b>g</b>	<b>Ptemp</b>
<i>Enero</i>	3595.92	10.5	44	14.4	0.29	0.09
<i>Febrero</i>	4121.36	11	44	14.7	0.29	0.27
<i>Marzo</i>	5543.06	12	44	15.6	0.29	1.29
<i>Abril</i>	4963.94	13	44	16.1	0.29	0.74
<i>Mayo</i>	5624.82	13.5	44	17.1	0.29	1.33
<i>Junio</i>	5650.47	14	44	19.1	0.29	1.8
<i>Julio</i>	6630.94	13.5	44	21.4	0.29	3.23
<i>Agosto</i>	6121.31	13	44	22.1	0.29	3.26
<i>Septiembre</i>	5797.26	12.5	44	21.5	0.29	3.02
<i>Octubre</i>	4396.47	11.5	44	19.9	0.29	1.85
<i>Noviembre</i>	3810.66	11	44	17.4	0.29	0.81
<i>Diciembre</i>	3560.31	10.5	44	15.3	0.29	0.14

Por tanto, después de tener todas las pérdidas individuales y sustituyendo en la expresión, se obtienen los siguientes resultados por mes:

<i>Mes</i>	$\eta$	$P_{OI}$	$P_{dis}$	$P_{suc}$	$P_{cabCC}$	$P_{cabCC}$	$P_{Temp}$	<b>PR (%)</b>
<i>Enero</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	0.09	87.44
<i>Febrero</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	0.27	87.26
<i>Marzo</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	1.29	86.27
<i>Abril</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	0.74	86.81
<i>Mayo</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	1.33	86.23
<i>Junio</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	1.8	85.78
<i>Julio</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	3.23	84.39
<i>Agosto</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	3.26	84.36
<i>Septiembre</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	3.02	84.6
<i>Octubre</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	1.85	85.73
<i>Noviembre</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	0.81	86.74
<i>Diciembre</i>	0.97	0.73	5	3	0.45	0.59	0.14	87.39

## 9. Protecciones

Para la colocación de los aparatos de protección, se creará una pequeña habitación en la azotea de la vivienda para proteger de las inclemencias del tiempo a estos aparatos y a los inversores. Se instalarán 2 magnetotérmicos, uno para cada inversor, un interruptor diferencial para proteger a las personas de las derivas de la instalación y un limitador de sobretensiones tanto para la parte de corriente continua como en la de corriente alterna. A esto hay que sumarle un fusible por cada línea de continua en cada entrada al inversor, esto suma 3 fusibles.

### Fusibles

Estos fusibles estarán situados a la entrada de cada inversor y deberán soportar la intensidad de pico generada por los paneles fotovoltaicos, 5.65 A, por ello se colocarán fusibles con una capacidad de 6.25 A, en caso de sobrepasar esta intensidad, el fusible se romperá protegiendo así los inversores.



### Magnetotérmico

Este tipo de interruptores son empleados para la protección de dispositivos eléctricos y electrónicos. Se colocará uno para cada salida de los dos inversores. Conociendo la intensidad máxima de salida de cada uno, 9 A y 22 A, se instalarán respectivamente, magnetotermicos Schneider con una intensidad de nominal de 10 A y 25 A respectivamente y una corriente de corte de 6000 A.



Para verificar que la selección del interruptor es el correcto, se debe cumplir que el poder de corte ( $I_{pc}$ ) sea mayor que la intensidad de cortocircuito ( $I_{cc}$ ).

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

Donde la intensidad de cortocircuito viene dada por:

$$I_{cc} = 0.8 \cdot \frac{V}{R_{cc}}$$

La tensión de suministro en alterna se conoce previamente, 230 V y la resistencia de la línea se obtiene de la siguiente expresión:

$$R = \gamma \cdot \frac{L}{S}$$

- $\gamma$ : Conductividad del cobre  $\left(\frac{m}{\Omega} \cdot mm^2\right)$
- $L$ : Longitud del cable (m)
- $S$ : Sección del cable ( $mm^2$ )

<i>Poder de Corte</i>	V	$\gamma$	L	S	R	I <sub>pc</sub>	I <sub>cc</sub>	Cumple
<i>Línea</i>	230	53.78	7.1	4	0.033	6000	5574.94	Sí

#### 9.1.1. Protección contra contactos indirectos

Para este tipo de protección se usará un interruptor diferencial, se instalará uno de la marca Schneider con una corriente de fuga de 30 mA y un tiempo de respuesta de 50 ms, siendo estos unos datos que garantizan la adecuada protección de contactos indirectos por individuos.



Para concluir, teniendo en cuenta la hoja de datos del inversor, esta exige la instalación de un limitador de sobretensiones cuya clase de protección sea de tipo 1 y su categoría de protección 3 por lo que se ha instalado un protector tipo 3 desenchufable.



## Contador Bidireccional

Uno de los dispositivos básicos en una instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes es el contador bidireccional ya que permite calcular tanto el consumo de la red como lo que se entrega a ella. Se instalará un contador con una capacidad de 45 A, intensidad suficiente para este caso.



Parámetros técnicos	
Tensión:	230 V AC
Tensión Nominal:	176-276 V AC
Entrada:	45 A
Intensidad de Corriente:	0-45 A
Frecuencia:	50-60 Hz
Dimensiones:	18x119x62 mm
Protección IP:	IP51
Uso:	Interior
Garantía:	2 Años
Tª Ambiente Trabajo:	-20°C ~ +45°C
Temp. de trabajo:	-10°C / +55°C
Certificados:	CE & RoHS
Humedad Relativa:	0-95 %
Pantalla:	LCD
Comunicaciones	RS485 Modbus RTU
Altitud Operativa:	2000 m



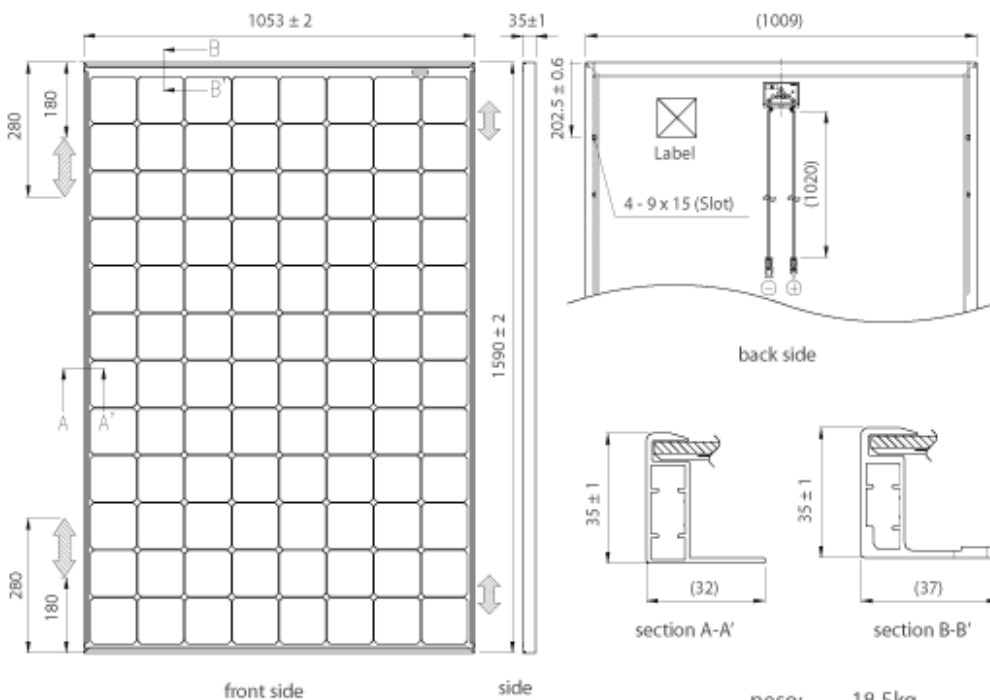
Paneles Solares HIT

## Panel Solar VBHN325SJ47

Características Eléctricas (a CS)	Potencia máxima	(Pmax)	[W]	325
	Tensión para máxima potencia	(Vmp)	[V]	57.6
	Corriente para máxima potencia	(Imp)	[A]	5.65
	Tensión en circuito abierto	(Voc)	[V]	69.6
	Corriente en cortocircuito	(Isc)	[A]	6.03
	Protección contra sobrecorriente		[A]	15
	Tolerancia de potencia a la salida		[%]	+10/-0*
	Voltaje máximo del sistema		[V]	1000
Nota:			<p>Condiciones estándar: masa del aire 1,5; Irradiancia = 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura del panel = 25°C.</p> <p>* Todos los módulos fabricados y medidos por Panasonic, tienen tolerancia positiva en la potencia máxima.</p>	
Características de temperatura	Temperatura	(NOCT)	[°C]	44.0
	Coeficiente de tem. de Pmax		[%/°C]	-0.29
	Coeficiente de tem. de Voc		[V/°C]	-0.174
	Coeficiente de tem. de Isc		[mA/°C]	1.81
A NOCT	Potencia máxima	(Pmax)	[W]	247.8
	Tensión para máxima potencia	(Vmp)	[V]	55.9

	Corriente para máxima potencia	(Imp)	[A]	4.50
	Tensión en circuito abierto	(Voc)	[V]	65.7
	Corriente en cortocircuito	(Isc)	[A]	4.86
Nota:				Condiciones estándar: masa del aire 1,5; Irradiancia = 1000 W/m <sup>2</sup> , temperatura del panel = 25°C. * Todos los módulos fabricados y medidos por Panasonic, tienen tolerancia positiva en la potencia máxima.
A baja irradiancia	Potencia máxima	(Pmax)	[W]	62.3
	Tensión para máxima potencia	(Vmp)	[V]	56.4
	Corriente para máxima potencia	(Imp)	[A]	1.10
	Tensión en circuito abierto	(Voc)	[V]	65.3
	Corriente en cortocircuito	(Isc)	[A]	1.21
Nota:				Baja irradiancia: Masa del aire 1,5; Irradiancia = 200 W/m <sup>2</sup> ; Temp. Célula = 25°C

## Dimensiones y Peso



peso: 18.5kg  
 peso/m<sup>2</sup>: 11.3 kg/m<sup>2</sup>  
 unidad: mm

## SUNNY BOY 1.5 / 2.5

SB 1.5-1VL-40 / SB 2.5-1VL-40

**Flexible**

- Amplio rango de tensión de entrada
- Interfaces de WLAN y Speedwire integradas con Webconnect

**Informativo**

- Nuevo concepto de comunicación con servidor web integrado
- Monitorización de los datos de la planta mediante la interfaz web en todos los teléfonos inteligentes y tabletas
- Led pulsada

**Con un futuro asegurado**

- OptiTrack Global Peak
- No requiere mantenimiento gracias a la refrigeración por convección
- Zero feed-in ready
- Conexión directa con el SMA Energy Meter

**Sencillo**

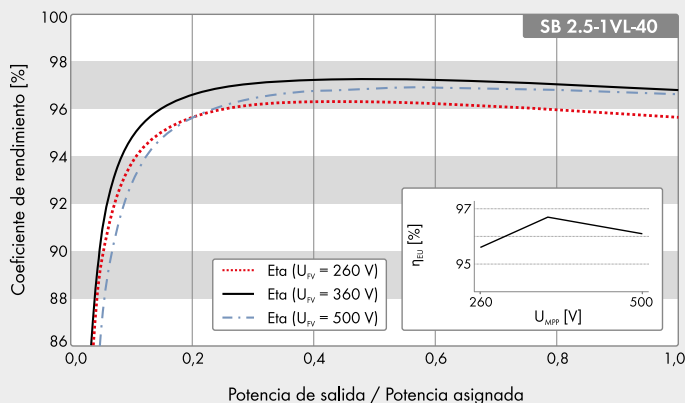
- Sistema de conexión de CC SUNCLIX
- Instalación sencilla, peso reducido, sin transformador
- Puesta en marcha sencilla mediante interfaz web

**SUNNY BOY 1.5 / 2.5**

El nuevo modelo para las plantas pequeñas

El nuevo Sunny Boy 1.5/2.5 ha sido desarrollado desde cero y es el inversor perfecto para los clientes que tengan plantas fotovoltaicas de pequeño tamaño. Con su amplia zona de tensión de entrada que va de los 80 a los 600 V se puede utilizar en diversas situaciones lo que le concede una elevada flexibilidad a la hora de elegir los módulos y es, además, muy fácil de instalar gracias a su reducido peso. Después de poner en marcha el Sunny Boy 1.5/2.5 de una manera muy sencilla a través de la interfaz web, el equipo puede llevar a cabo una monitorización local mediante su red sin cables o bien, "online" con el Sunny Portal o Sunny Places.

## Curva de rendimiento



● De serie ○ Opcional — No disponible  
 Datos en condiciones nominales  
 Actualizado: diciembre 2015

### Datos técnicos

#### Entrada (CC)

Potencia de CC máx. ( $\alpha \cos \varphi=1$ )
Tensión de entrada máx.
Rango de tensión del MPP
Tensión asignada de entrada
Tensión de entrada mín./de inicio
Corriente máx. de entrada
Corriente máx. de entrada por string
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP

#### Salida (CA)

Potencia asignada ( $\alpha$ 230 V, 50 Hz)
Potencia máx. aparente de CA
Tensión nominal de CA
Rango de tensión nominal de CA
Frecuencia de red de CA/rango
Frecuencia/tensión asignadas de red
Corriente máx. de salida
Factor de potencia con potencia asignada
Factor de desfase ajustable
Fases de inyección/conexión

#### Rendimiento

Rendimiento máx./europeo

#### Dispositivos de protección

Punto de desconexión en el lado de CC
Monitorización de toma a tierra/de red
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Clase de protección (según IEC 62103)/categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)
Protección contra corriente inversa

#### Datos generales

Dimensiones (ancho x alto x fondo)
Peso
Rango de temperatura de servicio
Emisiones de ruido típicas
Autoconsumo nocturno
Topología
Sistema de refrigeración
Tipo de protección (según IEC 60529)
Clase climática (según IEC 60721-3-4)
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)

#### Equipamiento

Conexión de CC/CA
Pantalla
Interfaces: RS485, Bluetooth®, Speedwire/Webconnect, WLAN
Servidor web integrado
Garantía: 5/10/15/20/25 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)

### Sunny Boy 1.5

### Sunny Boy 2.5

1600 W	2650 W
600 V	600 V
160 V a 500 V	260 V a 500 V
360 V	360 V
50 V / 80 V	50 V / 80 V
10 A	10 A
10 A	10 A
1/1	1/1
1500 W	2500 W
1500 VA	2500 VA
220 V/230 V/240 V	220 V/230 V/240 V
180 V a 280 V	180 V a 280 V
50 Hz, 60 Hz/-5 Hz a +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz a +5 Hz
50 Hz/230 V	50 Hz/230 V
7 A	11 A
1	1
0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	
1/1	1/1
97,2%/96,1%	97,2%/96,7%
●	●
● / ●	● / ●
● / ● / -	● / ● / -
●	●
I/III	I/III
No es necesario.	No es necesario.
460/357/122 mm (18,1/14,1/4,8 in)	
9,2 kg (20,3 lbs)	
-40 °C a +60 °C (-40 °F a +140 °F)	
<25 dB	<25 dB
2,0 W	2,0 W
Sin transformador	Sin transformador
Convección	Convección
IP65	IP65
4K4H	4K4H
100%	100%
SUNCLIX/conector	SUNCLIX/conector
-	-
- / - / ● / ●	- / - / ● / ●
●	●
● / ● / ● / ● / ●	● / ● / ● / ● / ●
AS4777.3, C10/11/2012, CEIO-21Int, EN50438, G83/2, IEC61727, IEC62116, IEC62109, NBR16149, NEN-EN50438, NRS097-2-1, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, VFR2014	
SB 1.5-1VL-40	SB 2.5-1VL-40



# SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0 con SMA SMART CONNECTED



SB3.0-1AV-41 / SB3.6-1AV-41 / SB4.0-1AV-41 / SB5.0-1AV-41 / SB6.0-1AV-41



## Servicio inteligente con SMA Smart Connected

### Compacto

- Montaje por parte de una sola persona gracias al bajo peso de 17,5 kg
- Mínima necesidad de espacio gracias al diseño compacto

### Cómodo

- Instalación 100 % plug & play
- Monitorización en línea gratuita por medio de Sunny Places
- Servicio automatizado mediante SMA Smart Connected

### De gran rendimiento

- Aprovechamiento de la energía sobrante por la limitación de la potencia activa dinámica
- Gestión de sombras mediante OptiTrac™ Global Peak o la comunicación TS4-R integrada

### Combinable

- Ampliable en cualquier momento con gestión inteligente de la energía y soluciones de almacenamiento
- Combinable con componentes TS4-R para la optimización de módulos

## SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0

Mayor rendimiento para los hogares particulares: generación inteligente de la energía solar

El nuevo Sunny Boy 3.0-6.0 garantiza máximos rendimientos energéticos para los hogares particulares. Este combina el servicio integrado SMA Smart Connected con una tecnología inteligente para cualquier requisito del entorno. El equipo es fácil de instalar gracias a su diseño extremadamente sencillo. Mediante la interfaz web integrada, el Sunny Boy puede ponerse rápidamente en funcionamiento a través del teléfono inteligente o la tableta. Y para los requisitos especiales en el techo, en caso de p. ej. sombra pueden añadirse fácilmente y de forma precisa los optimizadores de módulos TS4-R. Los estándares de comunicación actuales hacen que el inversor pueda ampliarse con seguridad para el futuro y de forma flexible en cualquier momento con la gestión inteligente de la energía y las soluciones de almacenamiento de SMA.

# SMA SMART CONNECTED

## Servicio técnico integrado para un confort absoluto

SMA Smart Connected\* es la monitorización gratuita del inversor a través de Sunny Portal de SMA. Si se produce un error en un inversor, SMA informa de manera proactiva al operador de la planta y al instalador. Esto ahorrará valiosas horas de trabajo y costes.

Con SMA Smart Connected el instalador se beneficia del diagnóstico rápido de SMA, lo que le permite solucionar los errores con rapidez y ganarse la simpatía del cliente con atractivas prestaciones adicionales.



### ACTIVACIÓN DE SMA SMART CONNECTED

El instalador activa SMA Smart Connected durante el registro de la planta en Sunny Portal y de este modo se beneficia de la monitorización automática de inversores por parte de SMA.



### MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA DE INVERSORES

Con SMA Smart Connected, SMA se hace cargo de la monitorización de los inversores. SMA supervisa cada uno de los inversores de forma automática y permanente para detectar anomalías en el funcionamiento. De este modo, los clientes se benefician de la vasta experiencia de SMA.



### COMUNICACIÓN PROACTIVA EN CASO DE ERRORES

Tras el diagnóstico y el análisis de un error, SMA informa de inmediato al instalador y al cliente final por correo electrónico. Así todas las partes están perfectamente preparadas para corregir el error. Esto minimiza el tiempo de parada y, en consecuencia, ahorra tiempo y dinero. Gracias a los informes regulares sobre el rendimiento se obtienen valiosas conclusiones adicionales acerca del sistema completo.



### SERVICIO DE RECAMBIO

En caso de requerirse un equipo de recambio, SMA suministra automáticamente un nuevo inversor en el plazo de 1 a 3 días tras diagnosticarse el error. El instalador puede dirigirse de forma activa al operador de la planta para la sustitución del inversor.

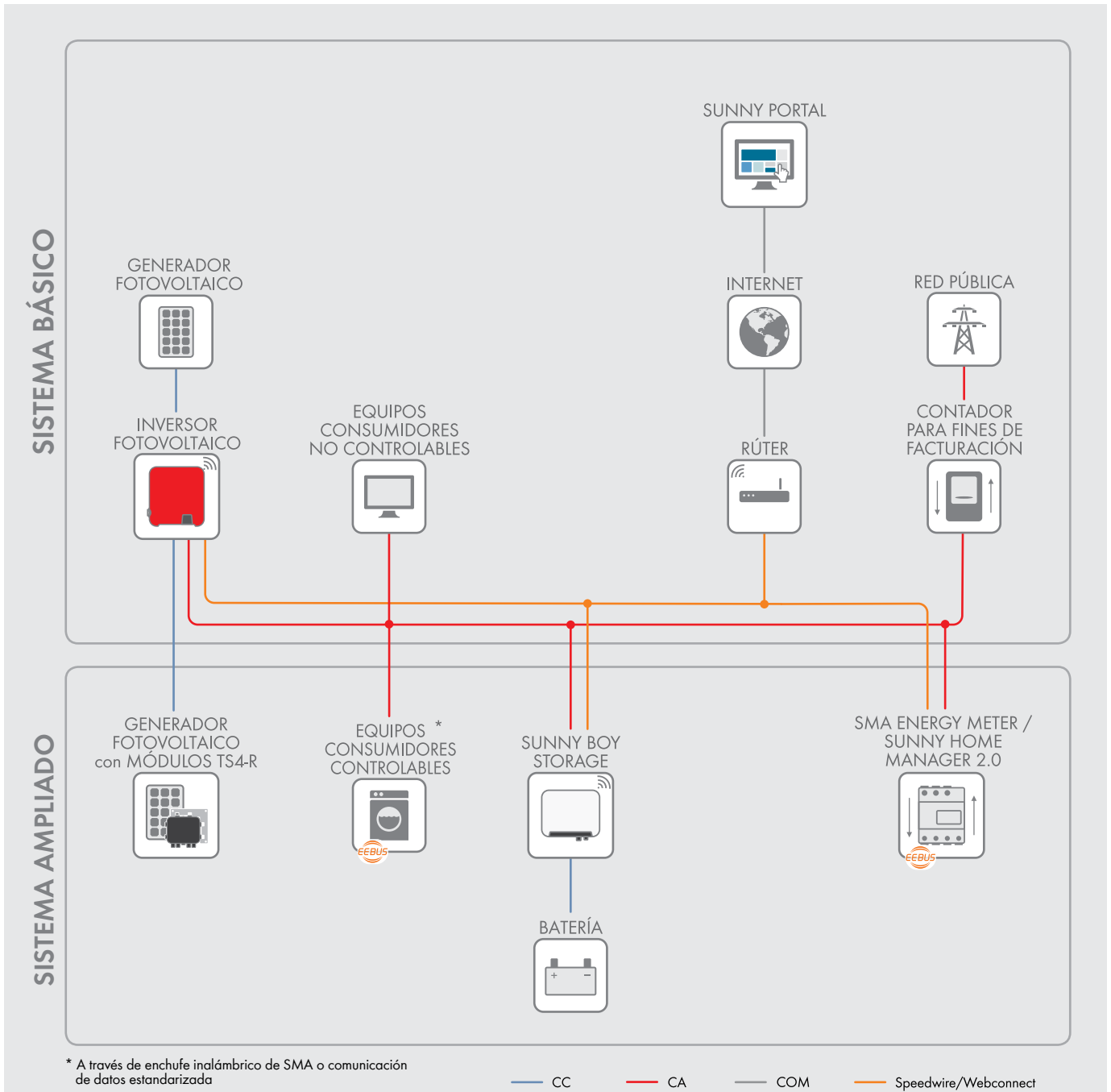


### SERVICIO DE RENDIMIENTO

El operador de la planta puede exigir un pago compensatorio de parte de SMA si el inversor de recambio no se entrega dentro del plazo de 3 días.

\* Para más detalles, véase el documento "Descripción de los servicios: SMA SMART CONNECTED"

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0	Sunny Boy 6.0
<b>Entrada (CC)</b>					
Potencia máx. del generador fotovoltaico	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	7500 Wp	9000 Wp
Tensión de entrada máx.	600 V				
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V	De 175 V a 500 V	De 210 V a 500 V
Tensión asignada de entrada	365 V				
Tensión de entrada mín./de inicio	100 V/125 V				
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	15 A/15 A				
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	15 A/15 A				
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP	2/A:2; B:2				
<b>Salida (CA)</b>					
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W <sup>1)</sup>	6000 W
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA <sup>1)</sup>	6000 VA
Tensión nominal de CA/Rango	220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 280 V				
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz				
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/230 V				
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A <sup>2)</sup>	22 A <sup>2)</sup>	26,1 A
Factor de potencia a potencia asignada	1				
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo				
Fases de inyección/conexión	1/1				
<b>Rendimiento</b>					
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0 %/96,4 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,6 %
<b>Dispositivos de protección</b>					
Punto de desconexión en el lado de entrada	●				
Monitorización de toma a tierra/de red	● / ●				
Protección contra polarización inversa de CC/Resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / -				
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●				
Clase de protección (según IEC 61140)/Categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I/III				
<b>Datos generales</b>					
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	435 mm/470 mm/176 mm (17,1 in/18,5 in/6,9 in)				
Peso	17,5 kg (38,5 lb)				
Rango de temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)				
Emisión sonora, típica	25 dB(A)				
Autoconsumo (nocturno)	5,0 W				
Topología	Sin transformador				
Sistema de refrigeración	Convección				
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65				
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H				
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %				
<b>Equipamiento</b>					
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Conector de enchufe de CA				
Visualización a través de teléfono inteligente, tableta o portátil	●				
Interfaces: WLAN, Speedwire/Webconnect	● / ● / ●				
Protocolos de comunicación	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data, TS4-R				
Gestión de las sombras: OptiTrac Global Peak	● / ○				
Garantía: 5/10/15 años	● / ○ / ○				
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3-4, G83/2-1, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, IEC-EN50438, NT_Ley20.571, ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 & TOR D4, PPDS, PPC, RD1699, TR3.2.1, UTE C15-712, VDE-ARN 4105, VDE0126-1-1, VFR 2014				
Certificados y autorizaciones (en planificación)	DEWA, IEC 61727, IEC 62116, MEA, NBR16149, PEA, SI4777, TR3.2.2				
Disponibilidad de SMA Smart Connected en los países	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK				
<p>● Equipamiento de serie ○ Opcional  - No disponible</p> <p>Datos en condiciones nominales: 02/2019</p> <p>1) 4600 W/4600 VA para VDE-AR-N 4105  2) AS 4777: 21,7 A</p>					
Modelo comercial	SB3.0-1AV-41	SB3.6-1AV-41	SB4.0-1AV-41	SB5.0-1AV-41	SB6.0-1AV-41



### Funciones del SISTEMA BÁSICO

- Puesta en marcha sencilla gracias a la interfaz WLAN y Speedwire integrada
- Transparencia máxima gracias a la visualización en Sunny Portal/Sunny Places
- Seguridad de la inversión por medio de SMA Smart Connected
- Modbus como interfaz de tercero

### Funciones del SISTEMA AMPLIADO

- Funciones del sistema básico
- Reducción del consumo de la red y aumento del autoconsumo mediante el uso de energía fotovoltaica almacenada provisionalmente
- Máxima utilización de la energía con una carga basada en la previsión
- Autoconsumo ampliado gracias a una gestión de la carga inteligente
- Rendimiento máximo de la planta gracias a la tecnología de módulos inteligentes

#### Con SMA Energy Meter

- Rendimiento máximo de la planta gracias a la limitación dinámica de la inyección a red entre el 0 % y el 100 %
- Visualización de los consumos energéticos



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**ANEXO III. Iluminación**

AUTOR: Carlos González González

## ÍNDICE ILUMINACIÓN

1.	Cálculos de iluminación .....	59
----	-------------------------------	----

## 1. Cálculos de iluminación

Para una vivienda unifamiliar no existe ninguna normativa en el reglamento de baja tensión para la iluminación media de las estancias, por ello se ha hecho uso de tablas establecidas por usuarios con los siguientes lúmenes:

<i>Estancia</i>	<b>Lúmenes</b>
<i>Cocina</i>	200
<i>Baño</i>	100
<i>Pasillos y escaleras</i>	100
<i>Dormitorio</i>	50-100
<i>Dormitorio niños</i>	200
<i>Salón</i>	100
<i>Vestíbulo</i>	100
<i>Comedor</i>	150
<i>Otros</i>	100

Se aplica el método de lúmenes ya que es una forma simple de calcular el nivel medio de iluminación en un espacio. Con este método, se usará el software DIALux para realizar los cálculos de iluminación.

El flujo luminoso en una instalación interior viene dado por la siguiente expresión:

$$\Phi = \frac{Em \cdot S \cdot fm}{\varphi}$$

Donde:

- Em: Nivel de iluminación medio en lúmenes.
- S: Superficie de la zona
- Fm: Factor de depreciación.
- $\varphi$ : Factor de utilización.

Una vez conocido esto, para determinar el número de luminarias necesario en una instalación se usa esta ecuación:

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

Siendo:

- $\Phi_T$  el flujo luminoso total.

- N es el número de lámparas por luminaria.
- $\Phi_L$  el flujo luminoso de la luminaria.

Por último, al igual la intensidad lumínica, para el caso del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) tampoco hay una normativa que especifique las condiciones mínimas en una vivienda, aun así se ha hecho el cálculo para cada zona:

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

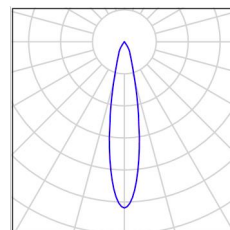
- P: Potencia total en W
- S: Superficie iluminada ( $m^2$ )
- $E_m$ : Luminancia media del plano horizontal en la superficie de estudio ( $\frac{lm}{m^2}$ )



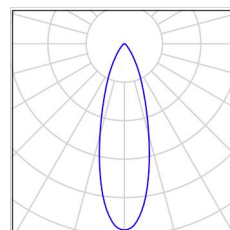


Vivienda Fasnía / Lista de luminarias

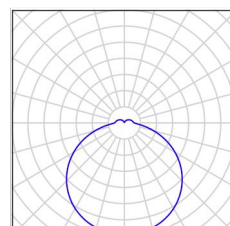
3 Pieza PHILIPS PT320T 1 xLED17S/827 MB  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 1667 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 1650 lm  
 Potencia de las luminarias: 14.4 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 100 100 100 100 101  
 Lámpara: 1 x LED17S/827/- (Factor de corrección 1.000).



45 Pieza PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 650 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 650 lm  
 Potencia de las luminarias: 11.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 91 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED6-32-/827 (Factor de corrección 1.000).



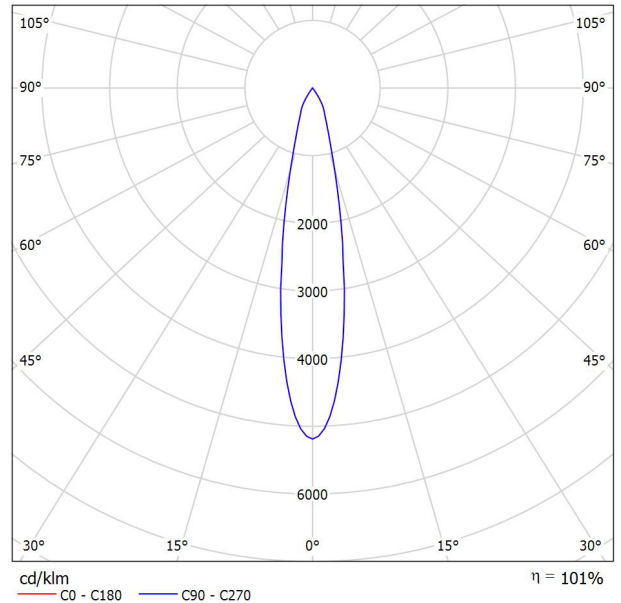
1 Pieza PHILIPS WL130V PSU D350 1 xLED12S/830  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 1200 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm  
 Potencia de las luminarias: 12.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 91  
 Código CIE Flux: 42 74 92 91 100  
 Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



PHILIPS PT320T 1 xLED17S/827 MB / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 100 100 100 100 101

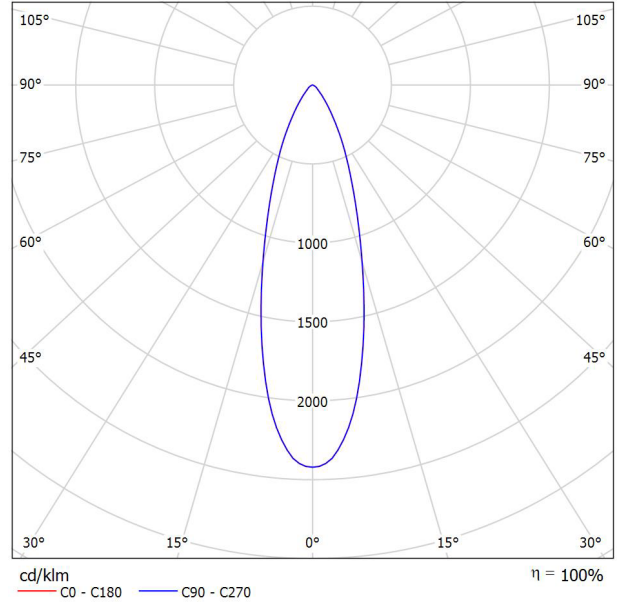
Una caja de herramientas flexible y asequible para tiendas Gracias a la familia GreenSpace Accent, los comerciantes y responsables de edificios pueden cambiar ahora fácilmente de CDM a LED y disfrutar de las ventajas de la calidad de la luz de Philips PerfectAccent, así como de significativos ahorros energéticos, todo ellos con una inversión inicial razonable. GreenSpace Accent Pendant puede instalarse en un adaptador 3C normal o en un montaje de techo con interfaz de carril para una instalación fácil y rápida. El cable se puede cortar a la longitud adecuada para la altura de instalación de la luminaria. Para tiendas de moda y de alimentación, GreenSpace Accent Pendant está disponible con matices de luz especiales y recetas LED que permiten mostrar la ropa y los alimentos frescos ofertados con la mejor luz posible. Consulta las páginas de nuestros catálogos de Moda y Alimentación para obtener más información sobre CrispWhite, PremiumWhite, Fresh Food Meat y Fresh Food Champagne.

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	14.0	14.6	14.2	14.8	15.0	14.0	14.6	14.2	14.8	15.0
	3H	13.9	14.4	14.1	14.7	14.9	13.9	14.4	14.1	14.7	14.9
	4H	13.8	14.3	14.1	14.6	14.8	13.8	14.3	14.1	14.6	14.8
	6H	13.7	14.2	14.0	14.5	14.8	13.7	14.2	14.0	14.5	14.8
	8H	13.7	14.2	14.0	14.5	14.8	13.7	14.2	14.0	14.5	14.8
	12H	13.7	14.1	14.0	14.4	14.7	13.7	14.1	14.0	14.4	14.7
4H	2H	13.8	14.3	14.1	14.6	14.8	13.8	14.3	14.1	14.6	14.8
	3H	13.7	14.1	14.0	14.4	14.7	13.7	14.1	14.0	14.4	14.7
	4H	13.6	14.0	14.0	14.3	14.6	13.6	14.0	14.0	14.3	14.6
	6H	13.5	13.8	13.9	14.2	14.6	13.5	13.8	13.9	14.2	14.6
	8H	13.5	13.8	13.9	14.1	14.5	13.5	13.8	13.9	14.1	14.5
	12H	13.5	13.7	13.9	14.1	14.5	13.5	13.7	13.9	14.1	14.5
8H	4H	13.5	13.8	13.9	14.1	14.5	13.5	13.8	13.9	14.1	14.5
	6H	13.4	13.6	13.8	14.0	14.5	13.4	13.6	13.8	14.0	14.5
	8H	13.4	13.5	13.8	14.0	14.4	13.4	13.5	13.8	14.0	14.4
	12H	13.3	13.5	13.8	13.9	14.4	13.3	13.5	13.8	13.9	14.4
12H	4H	13.4	13.7	13.9	14.1	14.5	13.4	13.7	13.9	14.1	14.5
	6H	13.4	13.5	13.8	14.0	14.4	13.4	13.5	13.8	14.0	14.4
	8H	13.3	13.4	13.8	13.9	14.4	13.3	13.4	13.8	13.9	14.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+6.7 / -13.7					+6.7 / -13.7					
S = 1.5H	+9.5 / -14.2					+9.5 / -14.2					
S = 2.0H	+11.5 / -15.3					+11.5 / -15.3					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	-4.7					-4.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1650lm Flujo luminoso total											

## PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 91 98 100 100 100

CoreLine Spot empotrable: la opción clara de LED CoreLine Spot empotrable G3 es una gama de puntos de luz empotrados diseñada para sustituir a las luminarias halógenas. La apariencia de lámpara halógena y el atractivo precio facilitan al cliente la decisión de realizar el cambio a la tecnología LED. Este producto proporciona un efecto de luz natural en aplicaciones de iluminación de acento, así como un ahorro energético inmediato y una durabilidad mucho mayor, por lo que es una solución respetuosa con el medio ambiente. Los conectores push-in hacen que la instalación sea rápida y sencilla. Además, con esta nueva generación de Spots, la configuración de la luminaria es sencilla, pudiendo obtenerse luminarias de diferentes colores y con aros cuadrados y redondos.

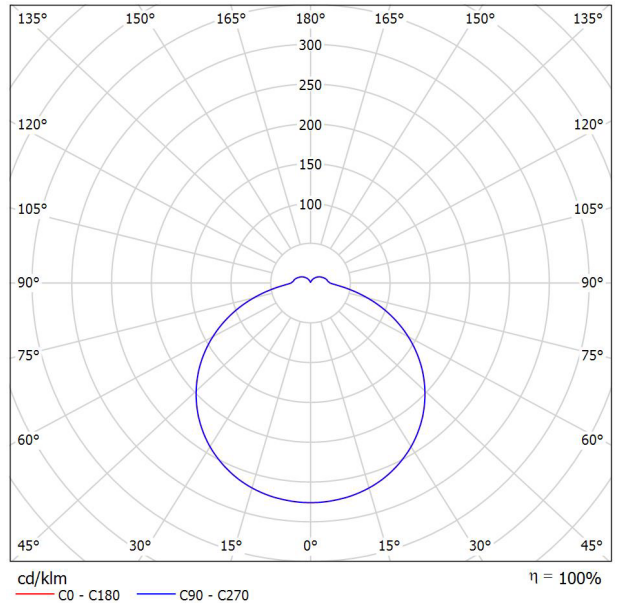
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
$\rho$ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
$\rho$ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
$\rho$ 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	20.1	20.8	20.3	21.0	21.2	20.1	20.8	20.3	21.0	21.2
	3H	20.3	21.0	20.6	21.2	21.4	20.3	21.0	20.6	21.2	21.4
	4H	20.4	21.0	20.7	21.3	21.5	20.4	21.0	20.7	21.3	21.5
	6H	20.4	21.0	20.8	21.3	21.6	20.4	21.0	20.8	21.3	21.6
	8H	20.5	21.0	20.8	21.3	21.6	20.5	21.0	20.8	21.3	21.6
	12H	20.5	21.0	20.9	21.3	21.7	20.5	21.0	20.9	21.3	21.7
4H	2H	20.2	20.8	20.5	21.1	21.3	20.2	20.8	20.5	21.1	21.3
	3H	20.5	21.0	20.8	21.3	21.6	20.5	21.0	20.8	21.3	21.6
	4H	20.6	21.1	21.0	21.4	21.8	20.6	21.1	21.0	21.4	21.8
	6H	20.8	21.2	21.2	21.5	21.9	20.8	21.2	21.2	21.5	21.9
	8H	20.9	21.2	21.3	21.6	22.0	20.9	21.2	21.3	21.6	22.0
	12H	20.9	21.2	21.4	21.6	22.1	20.9	21.2	21.4	21.6	22.1
8H	4H	20.6	21.0	21.1	21.4	21.8	20.6	21.0	21.1	21.4	21.8
	6H	20.9	21.1	21.3	21.5	22.0	20.9	21.1	21.3	21.5	22.0
	8H	21.0	21.2	21.5	21.7	22.1	21.0	21.2	21.5	21.7	22.1
	12H	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3
12H	4H	20.6	20.9	21.1	21.3	21.7	20.6	20.9	21.1	21.3	21.7
	6H	20.9	21.1	21.3	21.5	22.0	20.9	21.1	21.3	21.5	22.0
	8H	21.0	21.2	21.5	21.7	22.2	21.0	21.2	21.5	21.7	22.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.9 / -1.3					+1.9 / -1.3					
S = 1.5H	+3.7 / -2.1					+3.7 / -2.1					
S = 2.0H	+5.4 / -3.2					+5.4 / -3.2					
Tabla estándar	BK02					BK02					
Sumando de corrección	3.0					3.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 650lm Flujo luminoso total											

**PHILIPS WL130V PSU D350 1 xLED12S/830 / Hoja de datos de luminarias**



Emisión de luz 1:



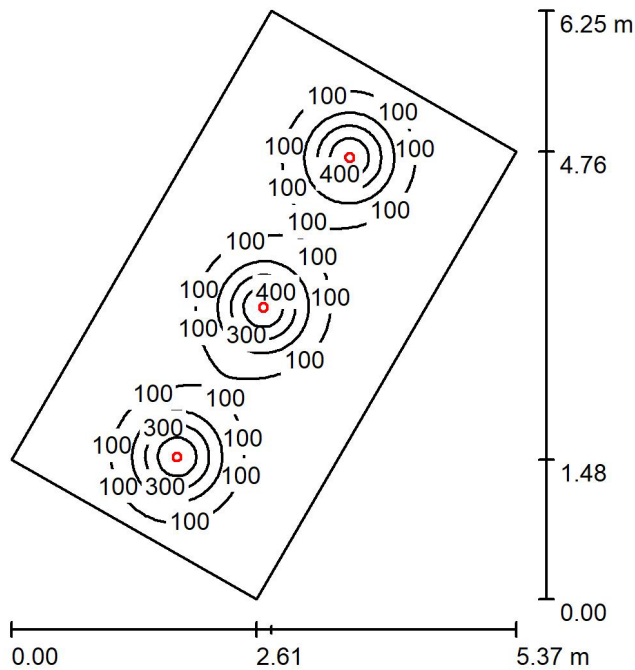
Clasificación luminarias según CIE: 91  
 Código CIE Flux: 42 74 92 91 100

CoreLine Aplique G2 Tanto si se trata de un nuevo edificio como de un espacio rehabilitado, los clientes prefieren soluciones de iluminación que combinen luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. El nuevo aplique de la gama de productos CoreLine LED se puede usar para sustituir luminarias de montaje en pared o techo tradicionales con lámparas fluorescentes compactas. El proceso de selección, instalación y mantenimiento es sencillísimo.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR													
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30		
ρ Suelo	20	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	3H	4H	6H	8H	12H	2H	3H	4H	6H	8H	12H
		16.7	18.0	17.2	18.4	18.8	16.7	18.0	17.2	18.4	18.8	16.7	18.0
		18.6	19.7	19.0	20.1	20.6	18.6	19.7	19.0	20.1	20.6	18.6	19.7
		19.4	20.5	19.8	20.9	21.4	19.4	20.5	19.8	20.9	21.4	19.4	20.5
		20.1	21.1	20.6	21.6	22.1	20.1	21.1	20.6	21.6	22.1	20.1	21.1
		20.4	21.4	20.9	21.8	22.3	20.4	21.4	20.9	21.8	22.3	20.4	21.4
		20.7	21.6	21.2	22.1	22.6	20.7	21.6	21.2	22.1	22.6	20.7	21.6
		17.5	18.6	17.9	19.0	19.5	17.5	18.6	17.9	19.0	19.5	17.5	18.6
		19.5	20.4	20.0	20.9	21.4	19.5	20.4	20.0	20.9	21.4	19.5	20.4
		20.5	21.3	21.0	21.8	22.3	20.5	21.3	21.0	21.8	22.3	20.5	21.3
		21.3	22.0	21.9	22.6	23.1	21.3	22.0	21.9	22.6	23.1	21.3	22.0
		21.7	22.4	22.3	22.9	23.5	21.7	22.4	22.3	22.9	23.5	21.7	22.4
		22.1	22.7	22.7	23.3	23.9	22.1	22.7	22.7	23.3	23.9	22.1	22.7
		20.8	21.5	21.4	22.0	22.7	20.8	21.5	21.4	22.0	22.7	20.8	21.5
		21.9	22.4	22.5	23.0	23.7	21.9	22.4	22.5	23.0	23.7	21.9	22.4
		22.4	22.9	23.0	23.5	24.1	22.4	22.9	23.0	23.5	24.1	22.4	22.9
		22.9	23.4	23.6	24.0	24.7	22.9	23.4	23.6	24.0	24.7	22.9	23.4
		20.9	21.5	21.5	22.0	22.7	20.9	21.5	21.5	22.0	22.7	20.9	21.5
		22.0	22.5	22.6	23.1	23.7	22.0	22.5	22.6	23.1	23.7	22.0	22.5
		22.6	23.0	23.2	23.6	24.3	22.6	23.0	23.2	23.6	24.3	22.6	23.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias													
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1							
S = 1.5H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3							
S = 2.0H	+0.3 / -0.5					+0.3 / -0.5							
Tabla estándar	BK08					BK08							
Sumando de corrección	6.0					6.0							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1200lm Flujo luminoso total													

### Dormitorio 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.559 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	95	12	481	0.126
Suelo	20	87	19	225	0.222
Techo	70	11	8.17	13	0.731
Paredes (4)	50	17	8.67	40	/

**Plano útil:**

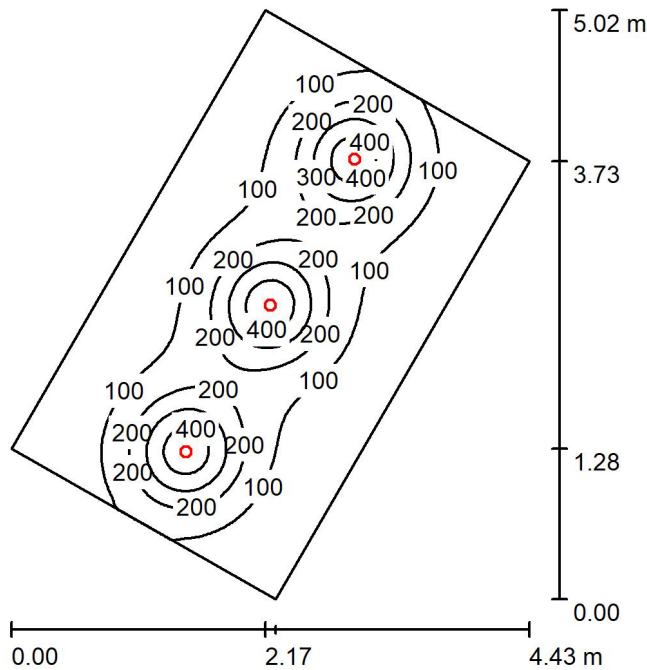
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 1950	Total: 1950	33.0

Valor de eficiencia energética:  $2.00 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.53 \text{ m}^2$ )

## Dormitorio 2 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.593 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	133	21	474	0.158
Suelo	20	119	35	244	0.292
Techo	70	15	11	17	0.750
Paredes (4)	50	25	12	59	/

### Plano útil:

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

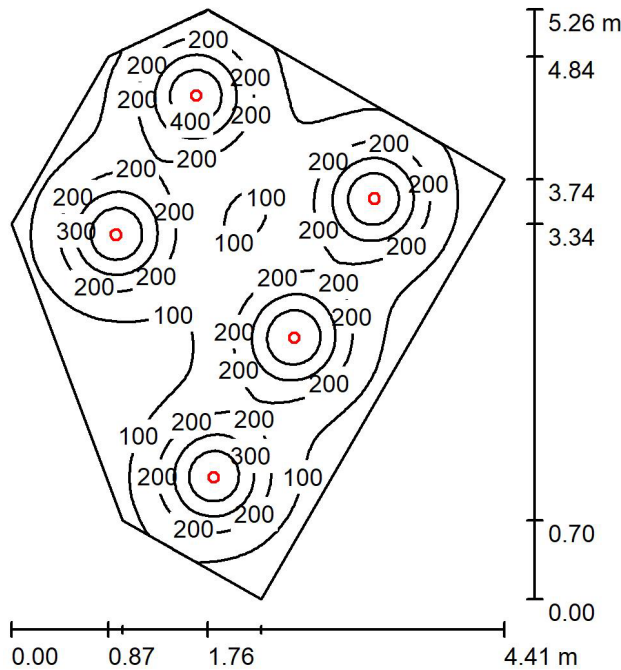
### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 1950	Total: 1950	33.0

Valor de eficiencia energética:  $2.94 \text{ W/m}^2 = 2.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.23 \text{ m}^2$ )



### Dormitorio 3 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.559 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:68

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	184	35	504	0.192
Suelo	20	163	61	266	0.376
Techo	70	23	17	27	0.737
Paredes (6)	50	42	19	77	/

**Plano útil:**

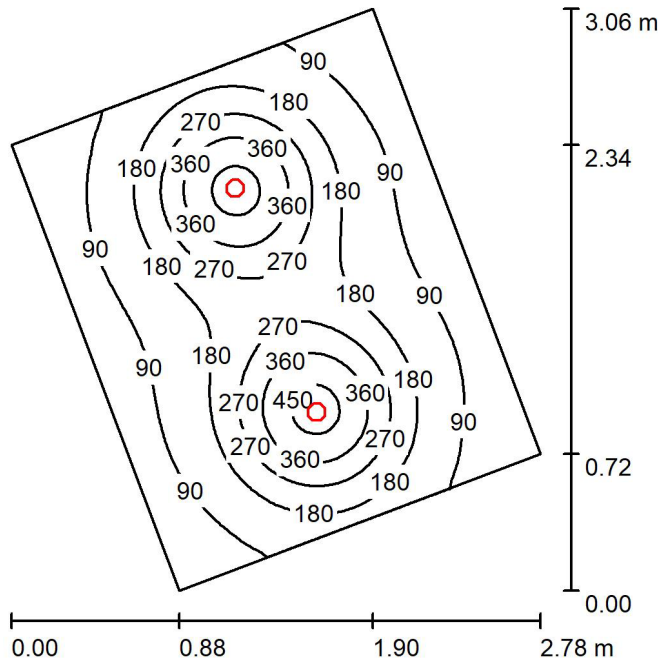
Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 3250	Total: 3250	55.0

Valor de eficiencia energética:  $4.09 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.44 \text{ m}^2$ )

**Baño 1 / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.593 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:40

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	179	37	479	0.209
Suelo	20	148	57	246	0.386
Techo	70	18	13	21	0.749
Paredes (4)	50	36	14	75	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

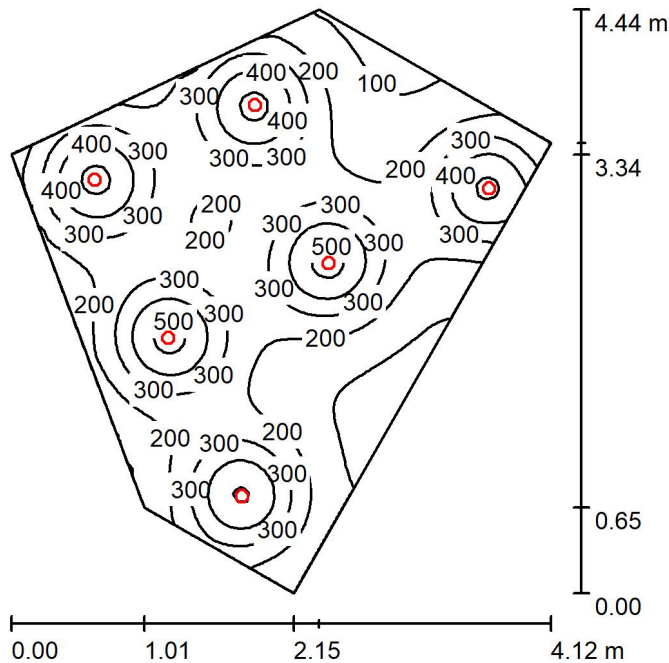
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 1300	Total: 1300	22.0

Valor de eficiencia energética:  $4.33 \text{ W/m}^2 = 2.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.08 \text{ m}^2$ )





## Oficina / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.555 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	262	59	535	0.226
Suelo	20	226	101	315	0.446
Techo	70	37	27	48	0.729
Paredes (5)	50	72	29	395	/

**Plano útil:**

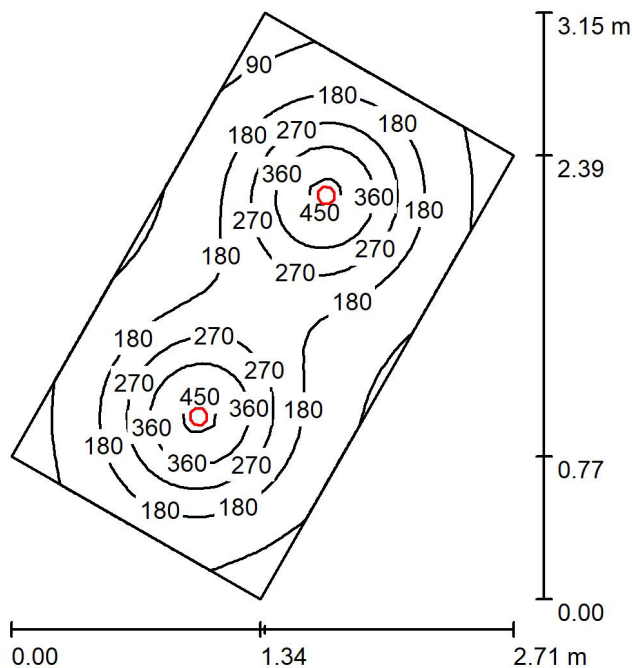
Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 3900	Total: 3900	66.0

Valor de eficiencia energética:  $6.39 \text{ W/m}^2 = 2.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.33 \text{ m}^2$ )

**Baño 2 / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.593 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:41

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	204	58	475	0.282
Suelo	20	162	75	242	0.464
Techo	70	20	15	22	0.759
Paredes (4)	50	43	16	70	/

**Plano útil:**

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

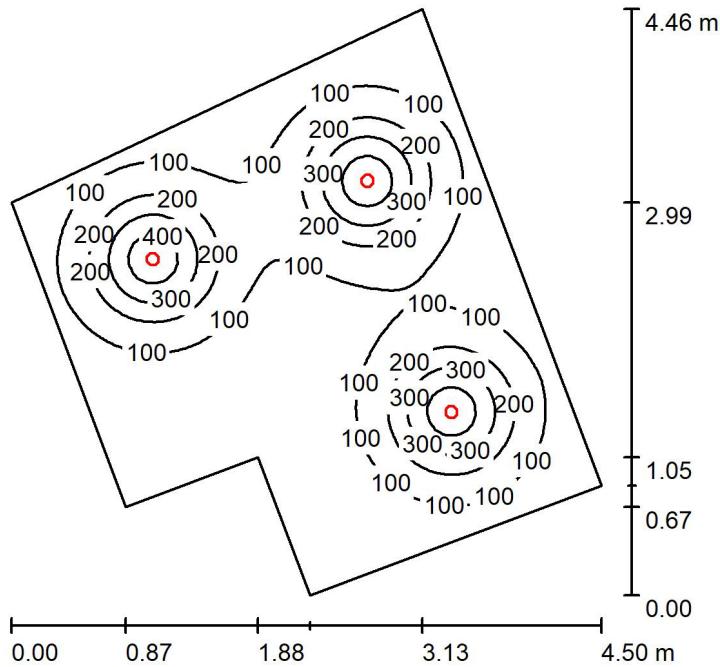
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 1300	Total: 1300	22.0

Valor de eficiencia energética:  $5.18 \text{ W/m}^2 = 2.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $4.25 \text{ m}^2$ )



Salón / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.593 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	127	12	466	0.098
Suelo	20	112	20	227	0.182
Techo	70	15	11	17	0.750
Paredes (6)	50	26	11	52	/

**Plano útil:**

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

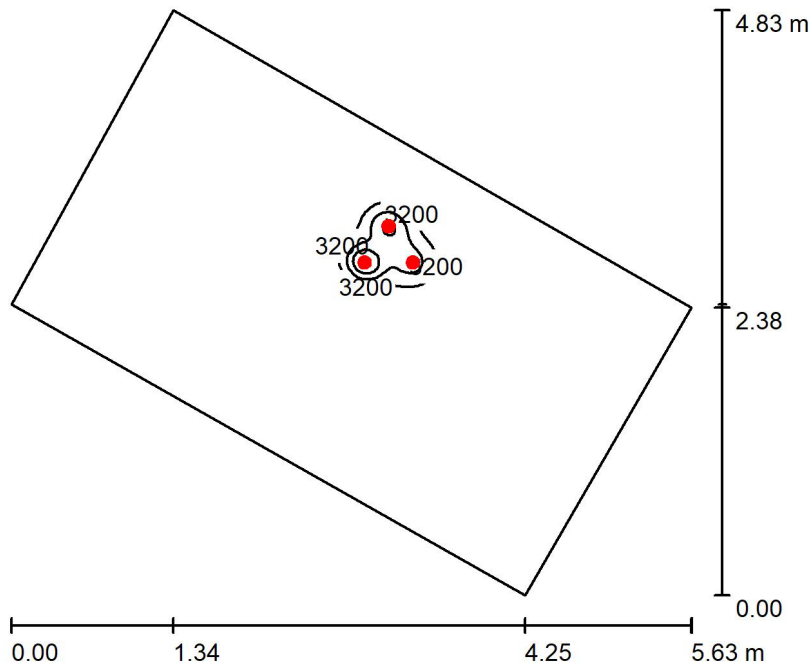
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 1950	Total: 1950	33.0

Valor de eficiencia energética:  $2.82 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.70 \text{ m}^2$ )



Comedor / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	309	14	15698	0.044
Suelo	20	301	12	5029	0.040
Techo	70	31	18	45	0.594
Paredes (4)	50	30	11	275	/

**Plano útil:**

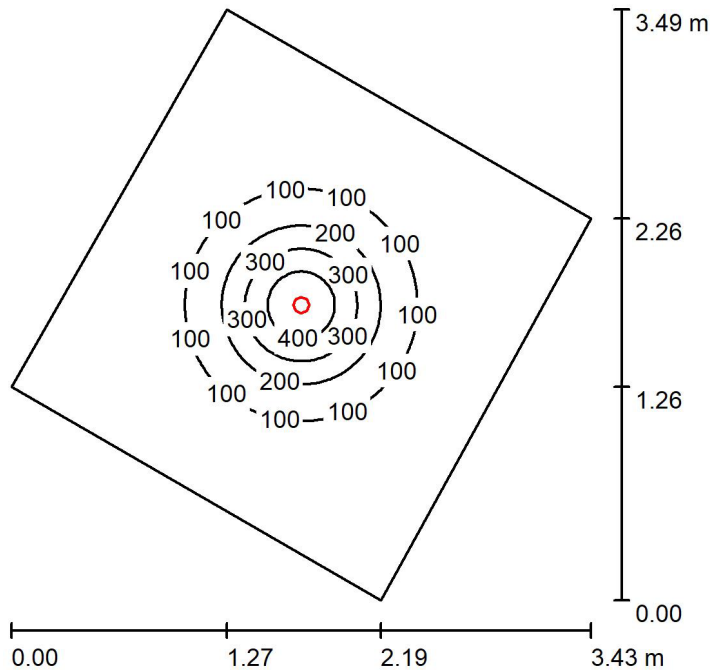
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS PT320T 1 xLED17S/827 MB (1.000)	1667	1650	14.4
			Total: 5000	Total: 4950	43.2

Valor de eficiencia energética:  $3.18 \text{ W/m}^2 = 1.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.58 \text{ m}^2$ )

**Vestíbulo abajo / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.559 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	78	8.99	473	0.116
Suelo	20	69	16	209	0.226
Techo	70	7.15	5.53	8.01	0.773
Paredes (4)	50	12	5.51	24	/

**Plano útil:**

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

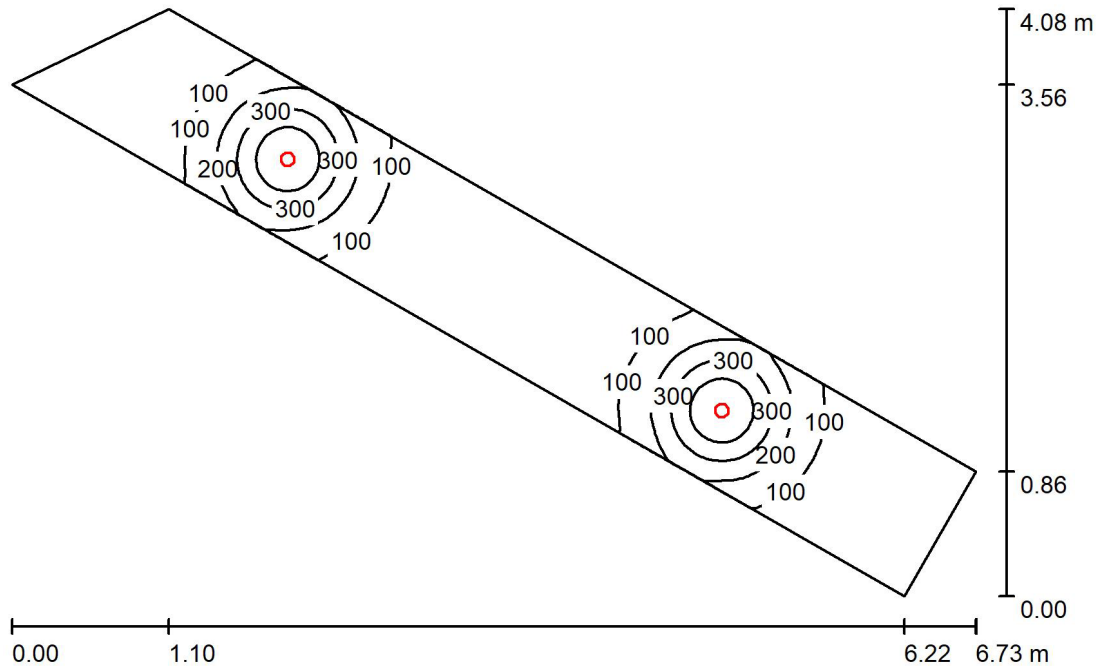
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 650	Total: 650	11.0

Valor de eficiencia energética:  $1.71 \text{ W/m}^2 = 2.20 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.44 \text{ m}^2$ )



## Pasillo / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.555 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:53

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	116	9.12	490	0.079
Suelo	20	90	14	223	0.159
Techo	70	12	6.85	18	0.552
Paredes (4)	50	27	6.31	105	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

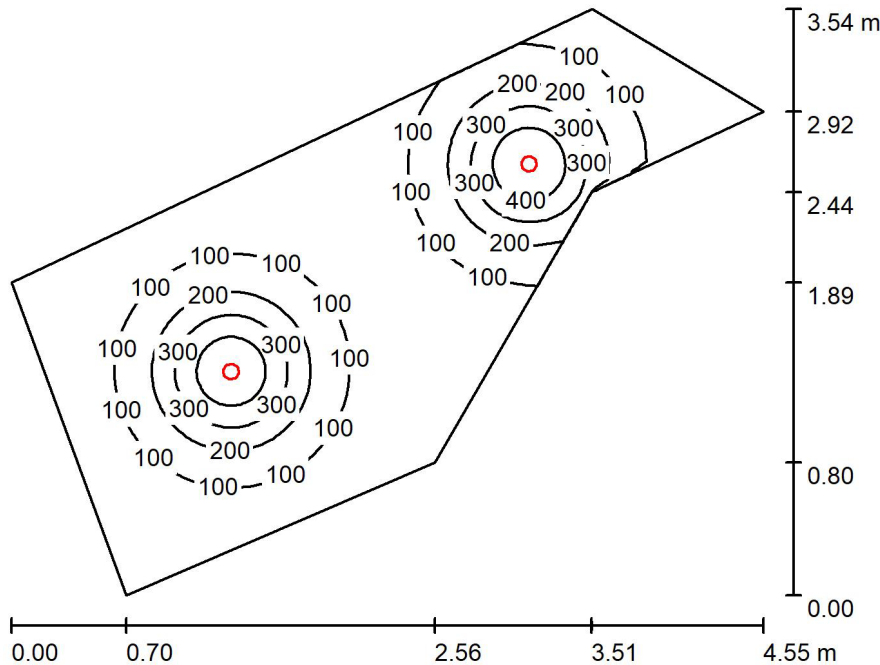
### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 1300	Total: 1300	22.0

Valor de eficiencia energética:  $3.22 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.83 \text{ m}^2$ )



## Vestíbulo arriba / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.559 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:46

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	127	16	487	0.125
Suelo	20	107	30	224	0.284
Techo	70	14	9.66	20	0.714
Paredes (6)	50	27	7.52	136	/

### Plano útil:

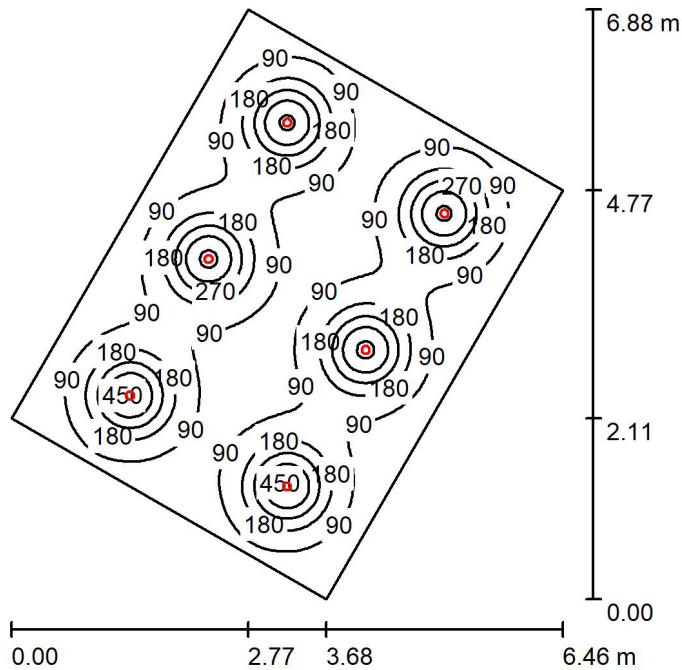
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 1300	Total: 1300	22.0

Valor de eficiencia energética:  $3.07 \text{ W/m}^2 = 2.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.17 \text{ m}^2$ )

**Almacén / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.593 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:89

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	134	24	470	0.181
Suelo	20	123	40	232	0.324
Techo	70	18	13	20	0.748
Paredes (4)	50	29	14	51	/

**Plano útil:**

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

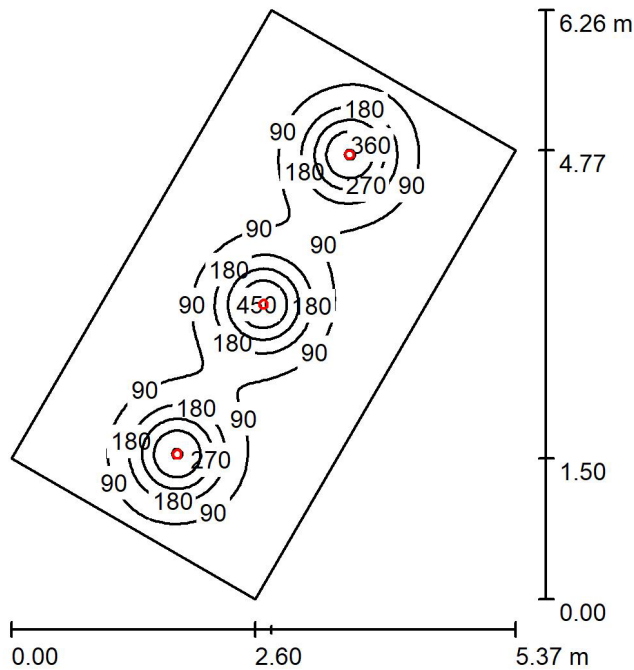
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 3900	Total: 3900	66.0

Valor de eficiencia energética:  $2.82 \text{ W/m}^2 = 2.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $23.43 \text{ m}^2$ )



**Bodega / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.593 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	94	12	461	0.129
Suelo	20	86	20	220	0.226
Techo	70	11	8.21	13	0.735
Paredes (4)	50	17	8.33	40	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

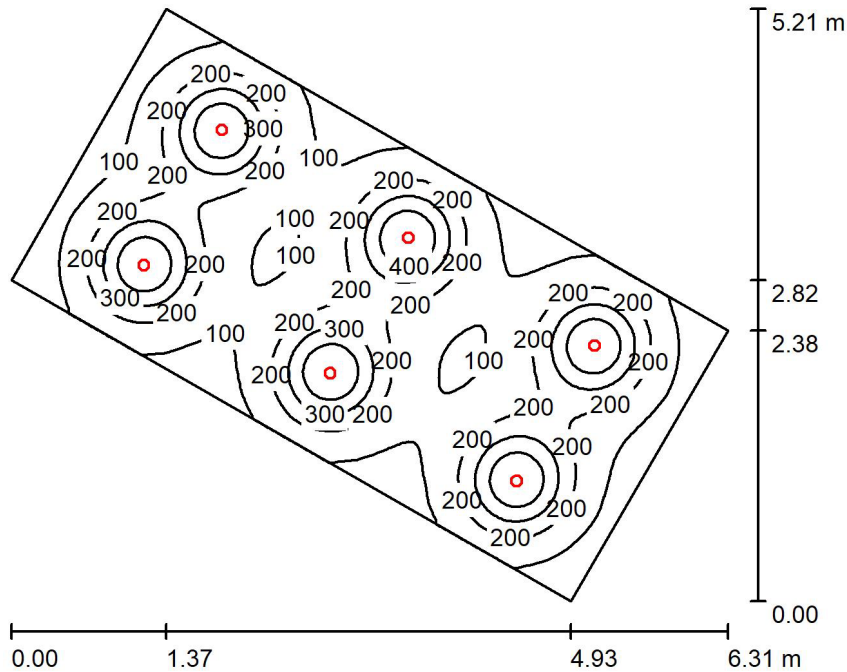
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 1950	Total: 1950	33.0

Valor de eficiencia energética:  $2.00 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.54 \text{ m}^2$ )



## Cocina / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.559 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:67

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	190	44	503	0.233
Suelo	20	168	63	264	0.375
Techo	70	24	17	27	0.716
Paredes (4)	50	43	19	77	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 (1.000)	650	650	11.0
			Total: 3900	Total: 3900	66.0

Valor de eficiencia energética:  $4.22 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.65 \text{ m}^2$ )



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**ANEXO IV. Puesta a Tierra**

AUTOR: Carlos González González

ÍNDICE PUESTA A TIERRA

1. Cálculos..... 81

## 1. Cálculos

Para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra se hace uso de la ITC-BT-18 en el que se establece que los valores de resistencia de tierra no puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

El emplazamiento de la instalación estará situado sobre un terreno cultivable poco fértil por lo que la resistividad del terreno será de  $500 \Omega \cdot m$  según el reglamento de baja tensión. la resistencia de puesta a tierra de un conductor de cobre enterrado horizontalmente será de:

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

Donde:

- $\rho$  es la resistividad del terreno.
- $n^{\circ} \text{picas}$  será la cantidad de picas que se enterrarán.
- $L$  la longitud de cada pica.

En el REBT se establecen los valores máximos de la resistencia a tierra, siendo de  $800 \Omega$  para un diferencial de 30 mA. Por ello, para la instalación se tomará en cuéntalo establecido en el apartado 9 del ITC-BT-18.

Las picas tendrán una longitud de 2 metros e irán enterradas en el terreno que forma parte de la parcela de la vivienda. El número de picas se calculará por tanto a través de la siguiente expresión aproximando siempre al alza.

$$R_c = \frac{\rho}{n^{\circ} \text{picas} \cdot L} \rightarrow n^{\circ} \text{picas} = \frac{500}{800 \cdot 2} = 0.3125 \rightarrow \mathbf{1 \text{ pica}}$$

Con una pica cumpliríamos con el requisito de tener una resistencia a tierra menor de  $800 \Omega$ , el valor de la resistencia queda por tanto en:

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



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

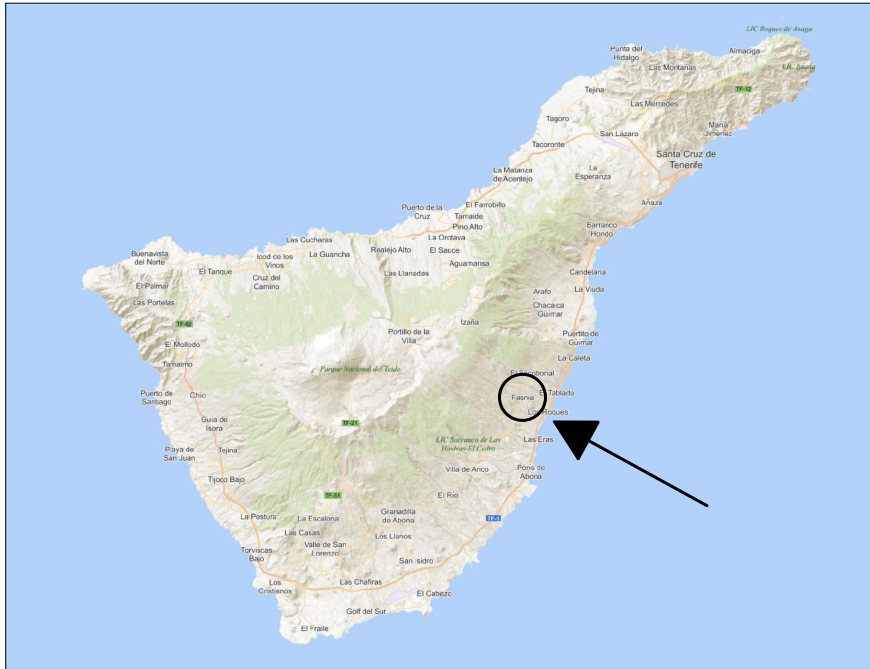
**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**Planos**

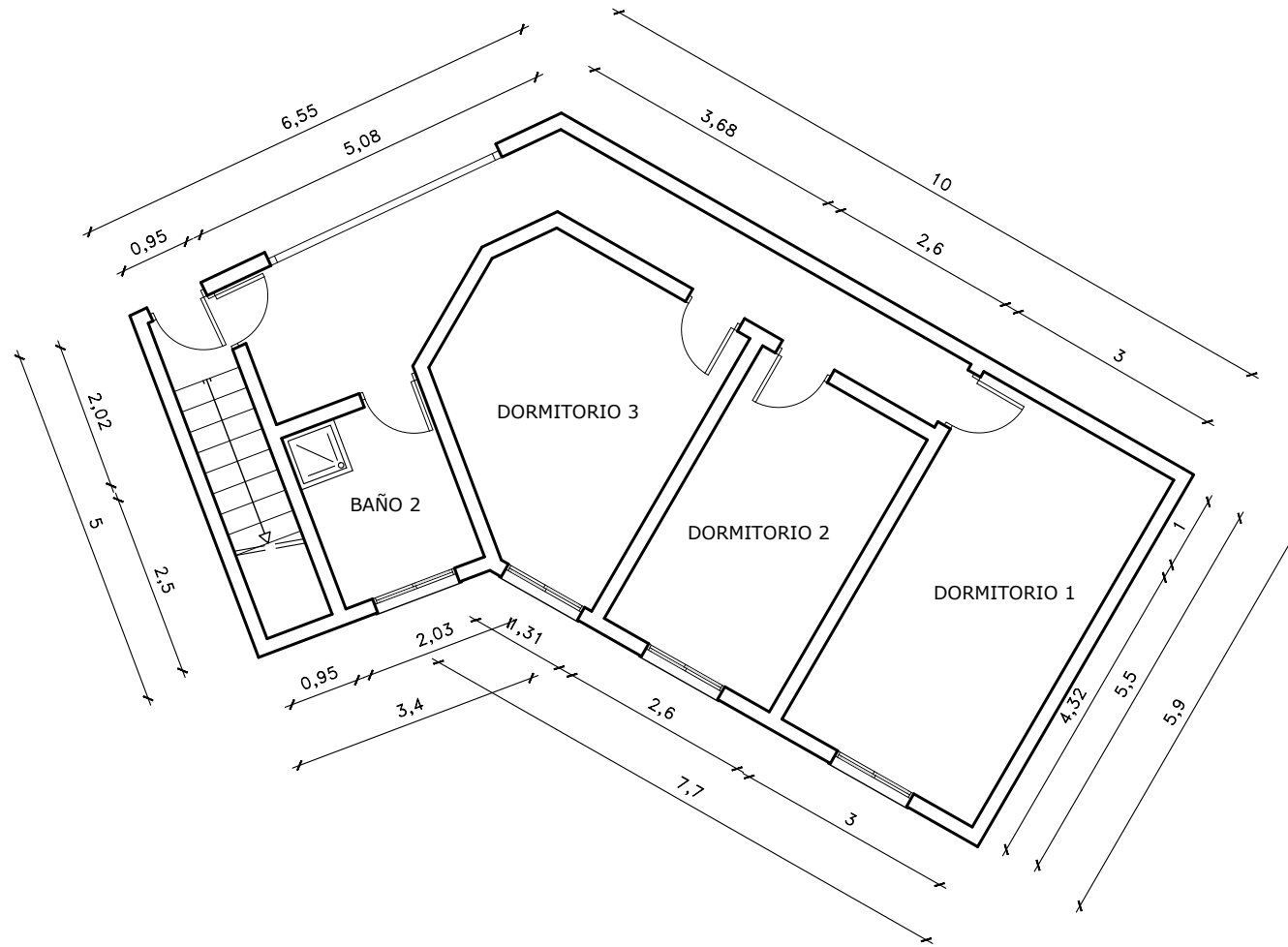
AUTOR: Carlos González González

## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1.	Situación .....	85
2.	Distriución de la vivienda.....	86
3.	Circuitos eléctricos .....	89
2.	Circuitos generadores.....	90
2.	Unifilares.....	91

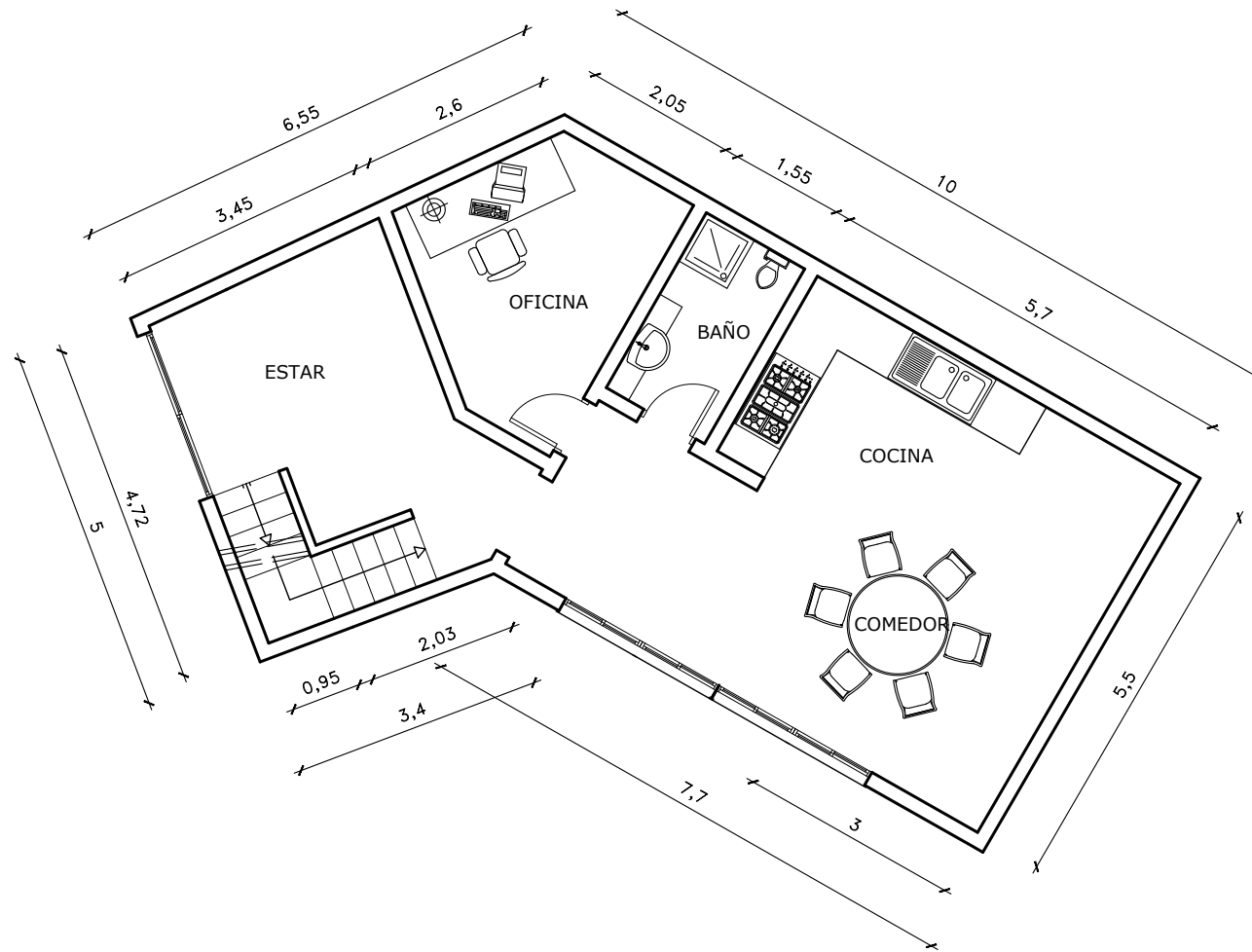






E: 1/100





E: 1/100



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

Ingeniero Técnico:  
 Carlos González González

Solicitante:  
 Francisco José Gómez González

Plano de: Nivel 2  
 Distribución

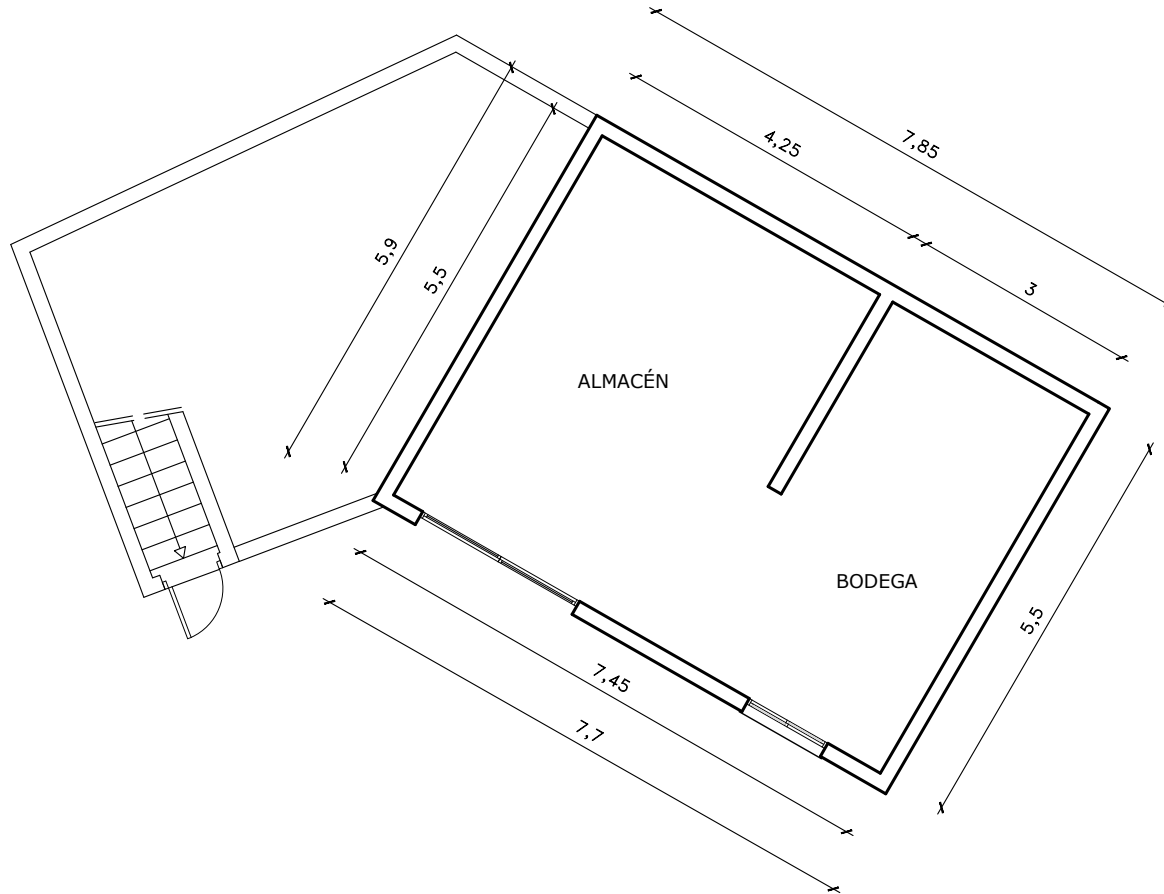
Situación:  
 Carretera General del Sur, 31, Fasnia, Santa Cruz de Tenerife, 38570

Escala:  
 1/100

Fecha:  
 05/09/20

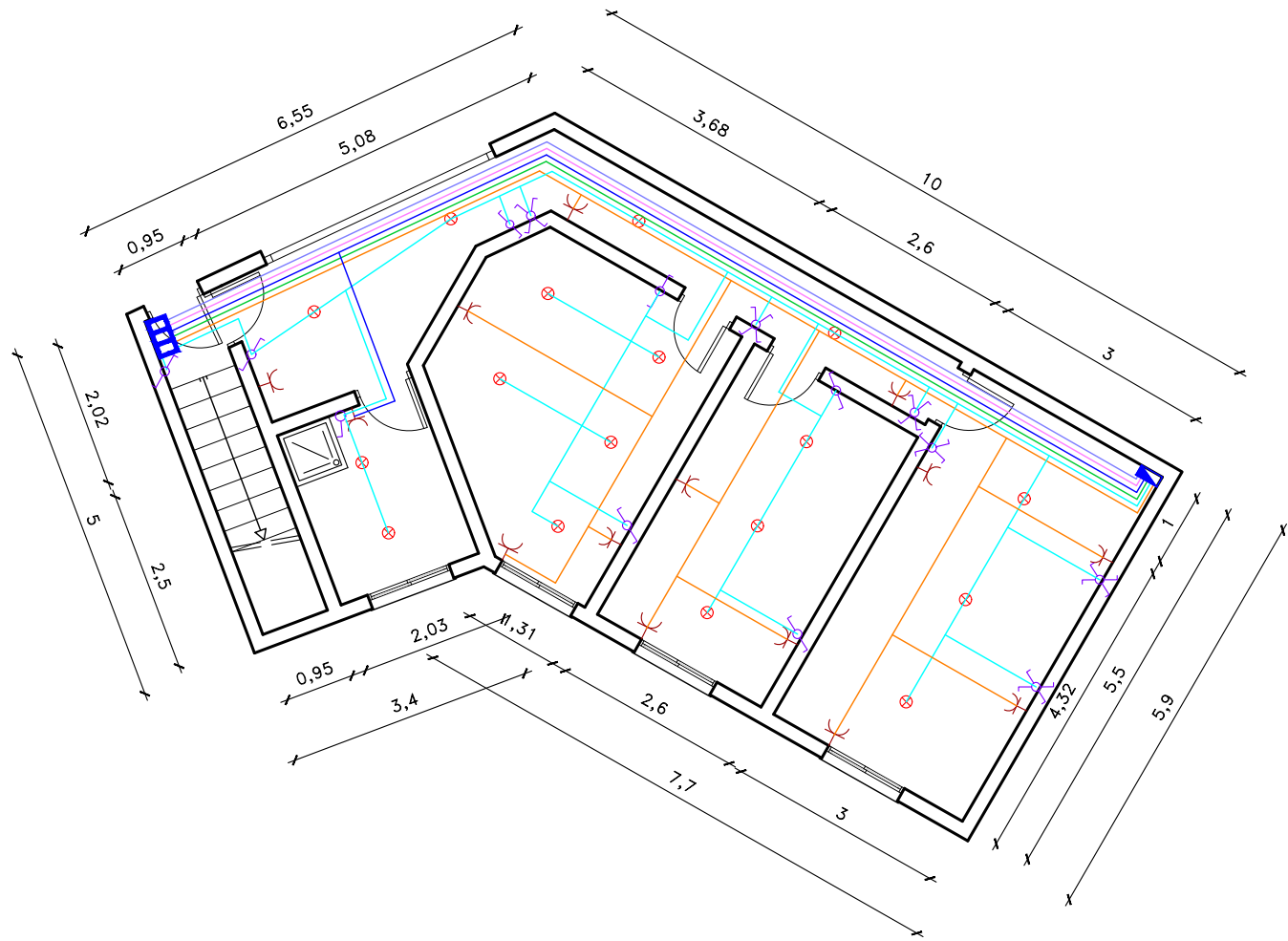
Nº de Página:  
 3/10

Municipio: Fasnia



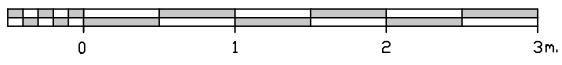
E: 1/100





Símbolo	Nombre
	Enchufe 16A
	Luminaria
	Interruptor
	Conmutación
	Cruzamiento
	CGMP
	Patinillo
	C1 Luminarias
	C2.1 Fuerza
	C2.2 Fuerza
	C3 Cocina
	C4 Húmedos
	C5 Baños

E: 1/100



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

Ingeniero Técnico:  
Carlos González González

Solicitante:  
Francisco José Gómez González

Plano de: Nivel 3  
Circuitos eléctricos

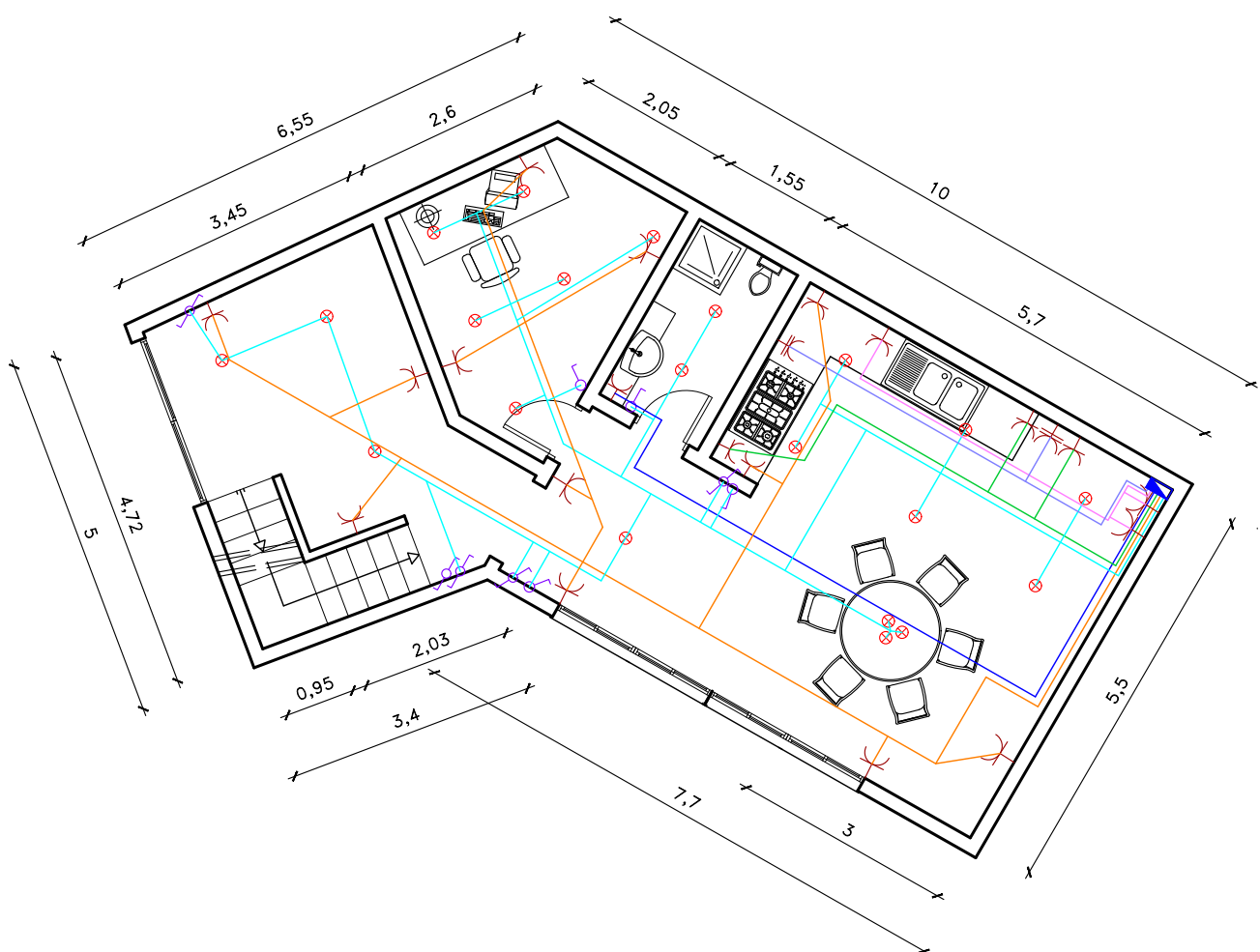
Situación:  
Carretera General del Sur, 31, Fasnía, Santa Cruz de Tenerife, 38570

Escala:  
1/100

Fecha:  
05/09/20

Nº de Página:  
5/10

Municipio: Fasnía



Símbolo	Nombre
	Enchufe 16A
	Enchufe 25A
	Luminaria
	Interruptor
	Conmutación
	Cruzamiento
	Patinillo
	C1 Luminarias
	C2.1 Fuerza
	C2.2 Fuerza
	C3 Cocina
	C4 Húmedos
	C5 Baños

E: 1/100



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

Ingeniero Técnico:  
Carlos González González

Solicitante:  
Francisco José Gómez González

Plano de: Nivel 2  
Circuitos eléctricos

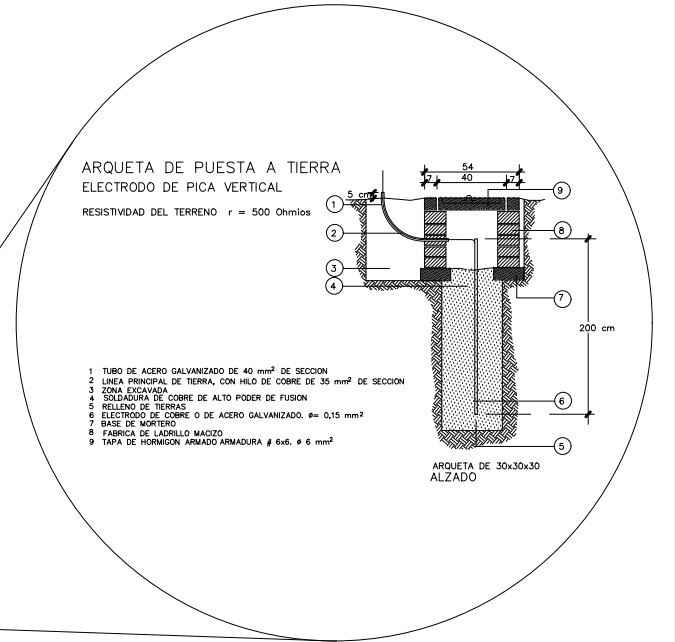
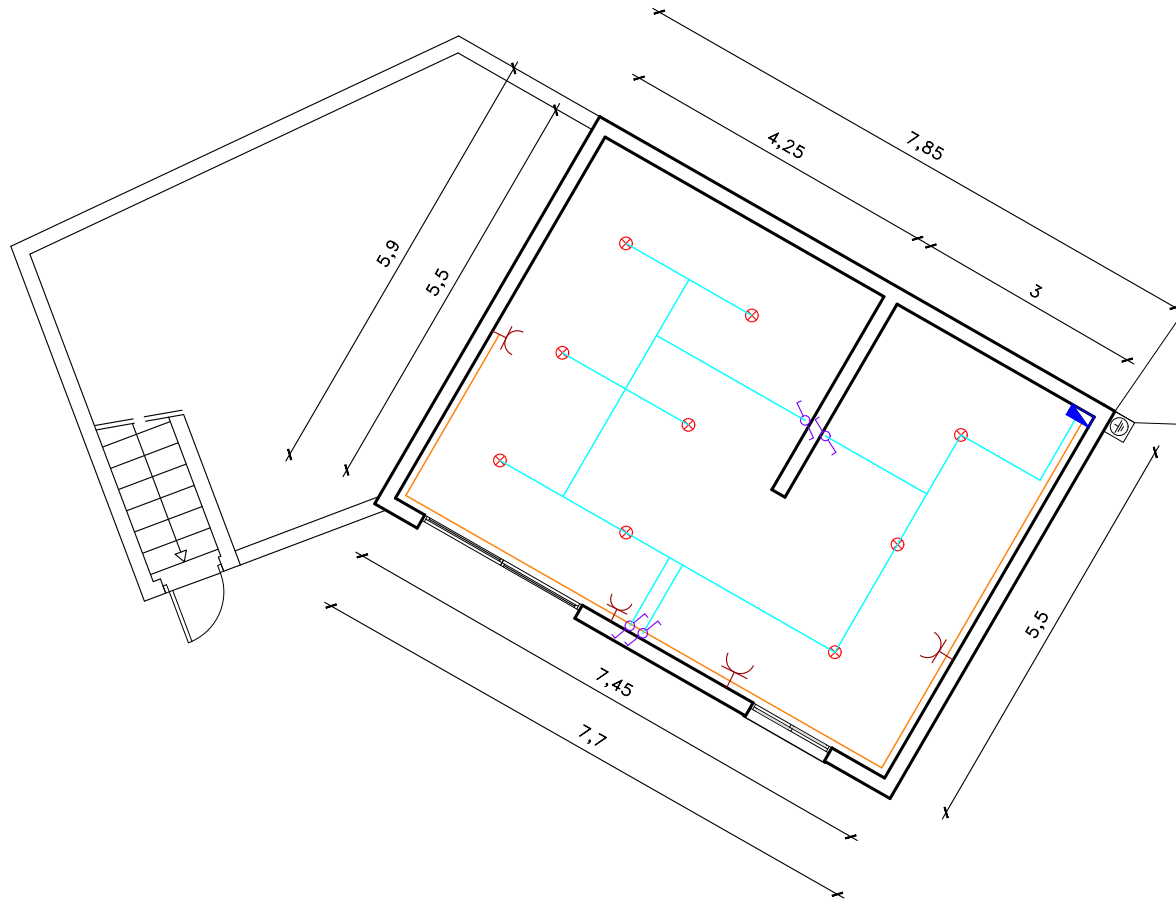
Situación:  
Carretera General del Sur, 31, Fasnía, Santa Cruz de Tenerife, 38570

Escala:  
1/100

Fecha:  
05/09/20

Nº de Página:  
6/10

Municipio: Fasnía

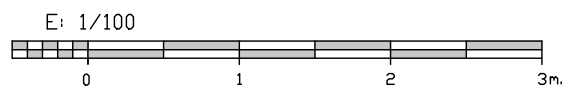


ARQUETA DE PUESTA A TIERRA  
ELECTRODO DE PICA VERTICAL  
RESISTIVIDAD DEL TERRENO  $r = 500 \text{ Ohmios}$

- 1 TUBO DE ACERO GALVANIZADO DE 40 mm<sup>2</sup> DE SECCION
- 2 LINEA PRINCIPAL DE TIERRA, CON HILO DE COBRE DE 35 mm<sup>2</sup> DE SECCION
- 3 ZONA ENTERRADA
- 4 SOLDADURA DE COBRE DE ALTO PODER DE FUSION
- 5 RELENO DE TIERRAS
- 6 ELECTRODO DE COBRE O DE ACERO GALVANIZADO,  $\phi = 0,15 \text{ mm}^2$
- 7 BASE DE MORTERO
- 8 FABRICA DE LADRILLO MACIZO
- 9 TAPA DE HORMIGON ARMADO ARMADURA  $\phi 6\phi, \# 6 \text{ mm}^2$

ARQUETA DE 30x30x30  
ALZADO

Símbolo	Nombre
	Enchufe 16A
	Luminaria
	Conmutación
	Patinillo
	C1 Luminarias
	C2.1 Fuerza
	Pica puesta a tierra



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

Ingeniero Técnico:  
Carlos González González

Solicitante:  
Francisco José Gómez González

Plano de: Nivel 1  
Circuitos eléctricos

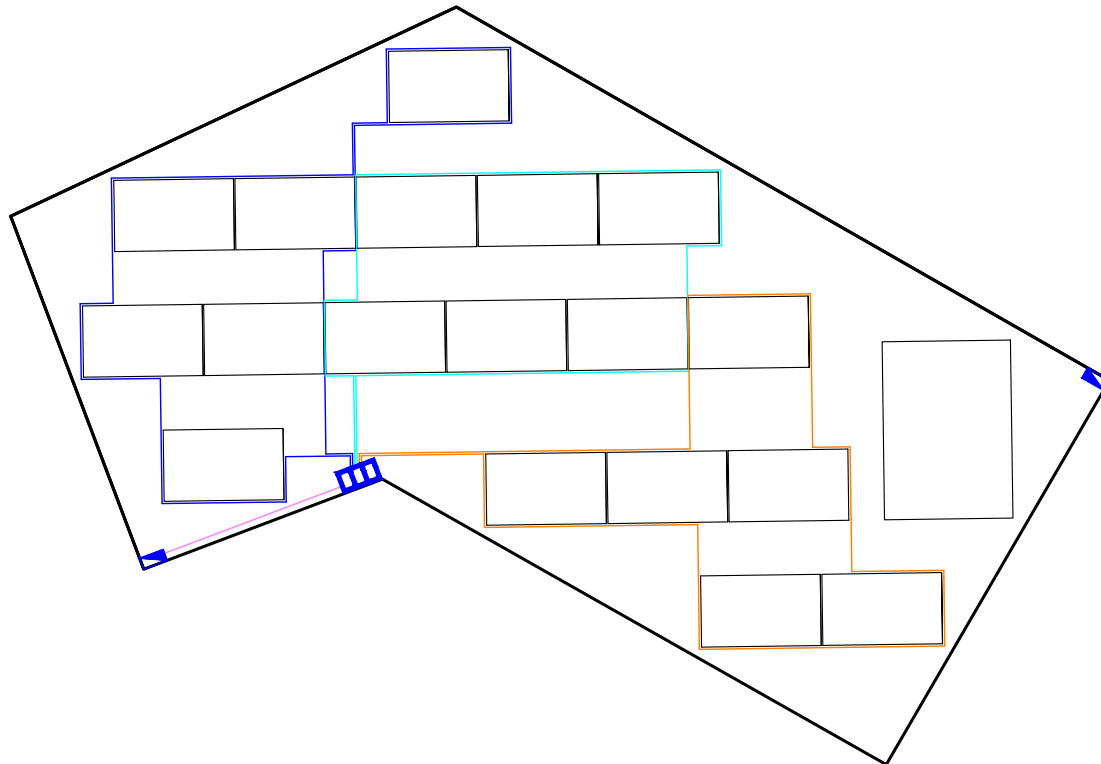
Situación:  
Carretera General del Sur, 31, Fasnía, Santa Cruz de Tenerife, 38570

Escala:  
1/100

Fecha:  
05/09/20

Nº de Página:  
7/10

Municipio: Fasnía



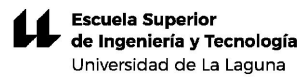
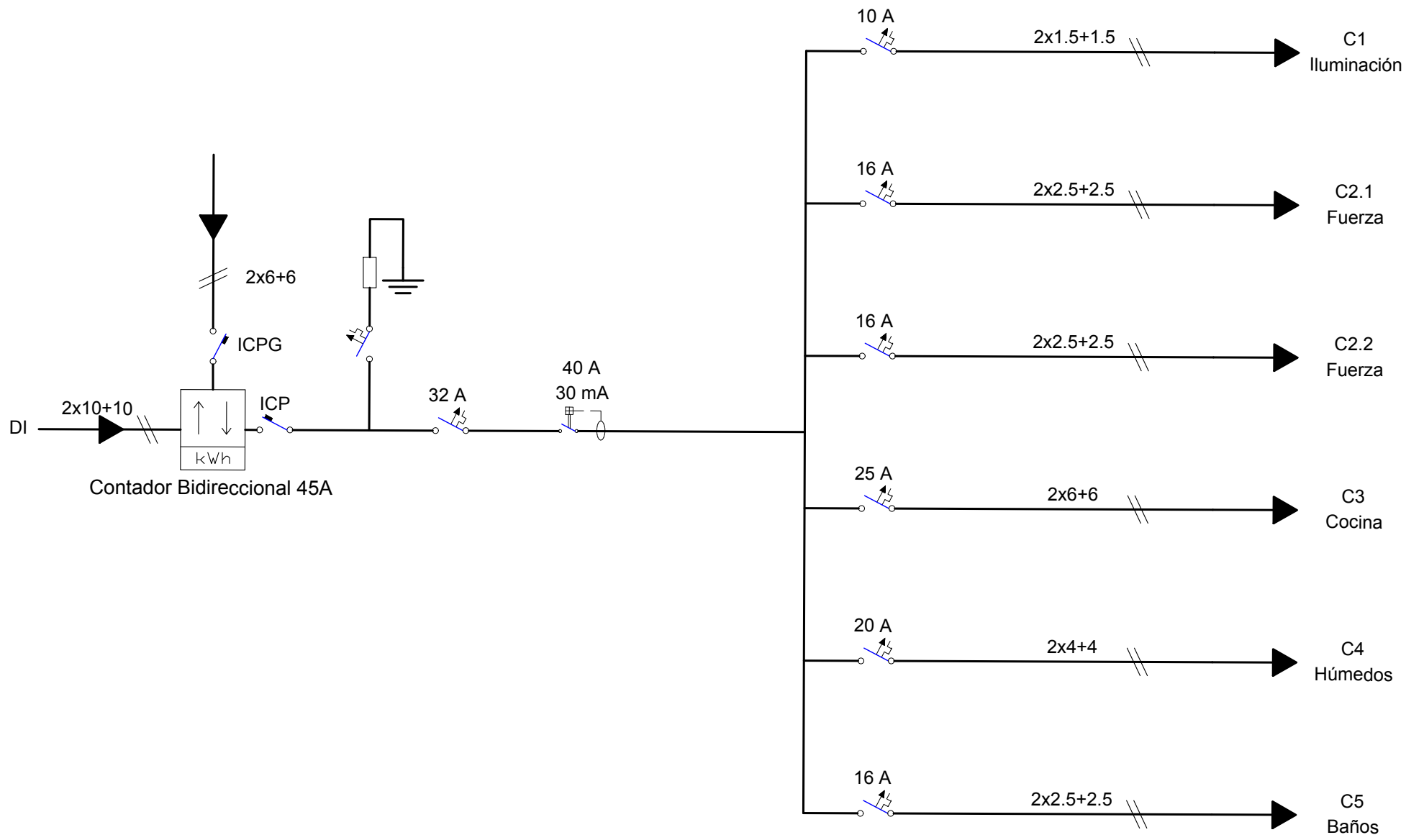
Símbolo	Nombre
	Paneles y Termosifón
	Inversores y Protec.
	Patinillo
	Inversor 2
	Inversor 1 A
	Inversor 1 B
	Alimentación Alterna

E: 1/100



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Ingeniero Técnico:  
Carlos González González

Solicitante:  
Francisco José Gómez González

Plano de: Unifilar  
Vivienda

Situación:  
Carretera General del Sur, 31, Fasnía, Santa Cruz de Tenerife, 38570

Escala:  
S/E

Fecha:  
05/09/20

Nº de Página:  
10/10

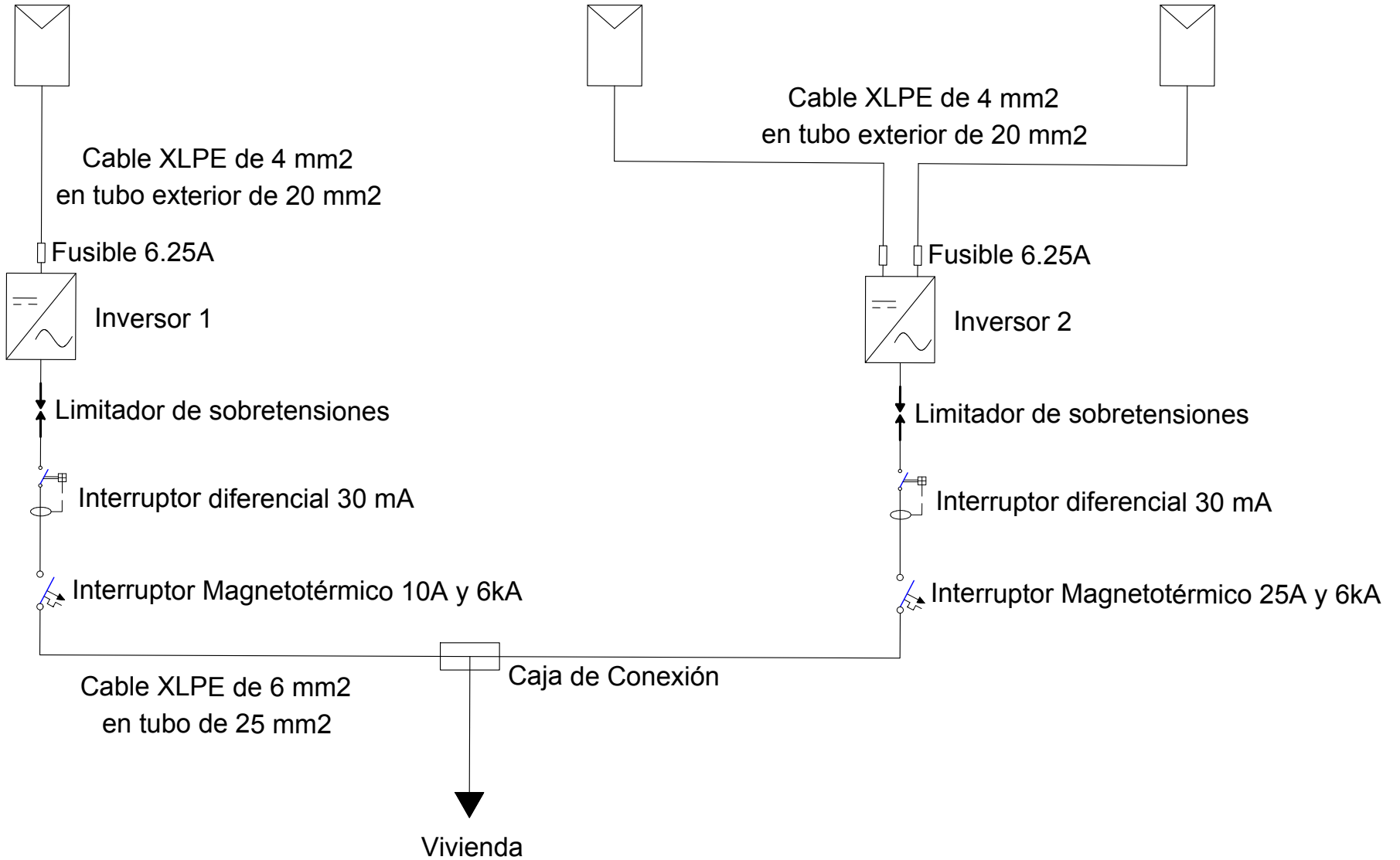
Municipio: Fasnía



6 Paneles en serie

6 Paneles en serie

6 Paneles en serie



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**Pliego de Condiciones**

AUTOR: Carlos González González

## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

<b>1.</b>	<b>Condiciones facultativas .....</b>	<b>98</b>
1.1.	Técnico director de obra .....	98
1.2.	Constructor o instalador .....	98
1.3.	Verificación de los documentos del proyecto .....	99
1.4.	Plan de seguridad y salud .....	99
1.5.	Presencia del Constructor en la obra .....	99
1.6.	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos .....	99
1.7.	Comienzo y ritmo de la ejecución de la obra .....	100
1.8.	Orden de los trabajos .....	100
1.9.	Condiciones generales de ejecución .....	100
1.10.	Limpieza de las obras .....	100
<b>2.</b>	<b>Condiciones económicas .....</b>	<b>100</b>
2.1.	Precios añadidos .....	100
2.2.	Acopio de materiales .....	101
2.3.	Pagos .....	101
2.4.	Seguros de las obras .....	101
<b>3.</b>	<b>Condiciones técnicas para instalación de baja tensión .....</b>	<b>101</b>
3.1.	Objeto .....	101
3.2.	Campo de aplicación .....	101
3.3.	Normativa de aplicación .....	101
3.4.	Características, calidades y condiciones generales de los materiales .....	102
3.4.1.	Clasificación y definición de la instalación .....	102

3.4.2.	Componentes y productos constituyentes de la instalación .....	102
3.5.	Conductores eléctricos.....	103
3.6.	Identificación de los conductores .....	103
3.7.	Derivación Individual (DI).....	103
3.8.	Cuadros de mando y protección .....	103
3.9.	Aparamenta eléctrica .....	104
3.10.	Interruptores automáticos.....	104
3.11.	Fusibles.....	104
3.12.	Puesta a tierra .....	104
3.13.	Luminarias .....	104
<b>4.</b>	<b>Montaje de la instalación .....</b>	<b>104</b>
4.1.	Consideraciones generales.....	104
4.2.	Canalizaciones.....	105
4.2.1.	Instalación de las lámparas .....	105
4.2.2.	Señalización .....	106
4.2.3.	Instalación de puesta a tierra .....	106
4.3.	Acabados.....	106
<b>5.</b>	<b>Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica.....</b>	<b>106</b>
5.1.	Objeto .....	106
5.2.	Campos de aplicación.....	107
5.3.	Normativa de aplicación .....	107
5.4.	Diseño .....	108
5.4.1.	Diseño del generador fotovoltaico .....	108
5.4.2.	Orientación, inclinación y sombras .....	108
5.5.	Componentes y materiales. ....	108

5.5.1.	Generalidades.....	108
5.5.2.	Sistemas generadores fotovoltaicos.....	109
5.5.3.	Estructura soporte.....	109
5.5.4.	Inversores.....	109
5.5.5.	Cableado.....	110
5.5.6.	Conexión a red.....	111
5.5.7.	Protecciones.....	111
5.5.8.	Puesta a tierra.....	111
5.6.	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento .....	111
5.6.1.	Programa de mantenimiento .....	111
5.6.2.	Garantías .....	112
5.6.3.	Anulación de la garantía.....	112

## 1. Condiciones facultativas

### 1.14. Técnico director de obra

Compete al Director Técnico las siguientes condiciones:

- Elaborar las rectificaciones o complementos del proyecto que sean necesarias para la realización del proyecto.
- Acudir a construcción las veces que sea necesarias con el fin de solventar los problemas que sucedan, así como dictar las ordenes añadidas apropiadas para su resolución.
- Componer el estudio de riesgos del trabajo en la realización de la obra y aceptar el Plan de Seguridad y Salud.
- Verificar las instalaciones temporales y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo.
- Organizar y liderar la ejecución de la obra respetando el proyecto, las normas técnicas y las reglas de construcción.
- Ejecutar las verificaciones de materiales e instalaciones del proyecto según lo establecido en el plan de control. Deberá informar periódicamente al constructor de los resultados.
- Respaldar el certificado de obra final.

### 1.15. Constructor o instalador

Compete al Constructor las siguientes condiciones:

- Planificar los trabajos, elaborando los planes de obra necesarios y validando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Crear, si es necesario, el Plan de Seguridad e Higiene del proyecto aplicando el estudio correspondiente, así como asegurar el uso de las medidas preventivas, cuidando su debido cumplimiento usando la normativa vigente referente a la seguridad e higiene en el trabajo.
- Rubricar junto con el Director Técnico el acta de replanteo de la obra.
- Aceptar la jefatura del personal que participe en el proyecto y coordinar las subcontratas.
- Consolidar la condición de todos los materiales y elementos a utilizar, asegurando los preparativos del proyecto y desestimando los suministros que no posean las garantías suficientes para la aplicación de estos.
- Suministrar con tiempo y forma necesarios al Director Técnico los materiales necesarios para la elaboración del proyecto.

- Elaborar las certificaciones de obra.
- Rubricar junto con el Promotor las actas de recepción.
- Acordar los seguros de accidentes de trabajo y daños a terceros durante el proyecto.

#### 1.16. Verificación de los documentos del proyecto

Previo al inicio del proyecto, el Constructor acordará por escrito que la documentación proporcionada es suficiente para la correcta elaboración de la obra o, en su defecto, requerirá de las aclaraciones necesarias.

El Contratista se ceñirá a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como las que se añadan durante la elaboración del proyecto.

#### 1.17. Plan de seguridad y salud

El Constructor elaborará y expondrá el Plan de Seguridad y Salud del proyecto con la necesaria aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

#### Presencia del Constructor en la obra

El Constructor tendrá la obligación de informar al propietario la persona asignada como responsable en la obra, será la figura del jefe del proyecto con atención plena y la capacidad de tomar todas las decisiones necesarias que competan al constructor.

Vulnerar esta condición o si la persona asignada carece de la cualificación necesaria para la elaboración de este trabajo, permitirá al Técnico paralizar la obra, sin derecho a reclamación, hasta que se tomen las medidas pertinentes para solucionarlas.

El jefe de obra ya sea a través de sus técnicos encargados o personándose, estará presente toda la jornada laboral y acompañará al Director Técnico cuando este haga una visita, poniéndose a su disposición y entregándole toda información que este requiera para hacer las comprobaciones.

#### 1.18. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar partes del proyecto, deberá ser comunicado al Constructor por escrito, siendo obligatorio por su parte entregar los planos originales o copias firmadas en las que figuren las órdenes pertinentes.

El constructor podrá solicitar la presencia del Director Técnico cuando requiera de instrucciones o aclaraciones para la correcta interpretación del proyecto.

### 1.19. Comienzo y ritmo de la ejecución de la obra

El constructor deberá dar comienzo y cumplir con los plazos establecidos en el Pliego de Condiciones Particulares.

### 1.20. Orden de los trabajos

El orden de los trabajos quedará en mano de la contrata excepto los trabajos que, por orden de la dirección se estimen en un determinado momento.

### 1.21. Condiciones generales de ejecución

Los trabajos se realizarán con el estricto cumplimiento de lo establecido en el Proyecto y a las órdenes e instrucciones que determine el Técnico al Constructor.

### 1.22. Limpieza de las obras

Será de obligado cumplimiento por parte del Constructor, mantener la obra y sus alrededores limpios tanto de escombros como de material sobrante, así como de recoger las instalaciones provisionales.

## 2. Condiciones económicas

Para realizar el cálculo de los precios unitarios se ha hecho la suma de los costes directos e indirectos

Los costes directos son los siguientes:

- Los materiales necesarios para su ejecución.
- La mano de obra junto con los seguros sociales de las personas que intervengan en la obra.
- Los equipos y sistemas de seguridad y salud para prevenir accidentes y enfermedades.
- Los gastos de personal, alquiler, combustible y energía ocasionados por el uso de maquinaria.

Los costes indirectos serán un porcentaje de los costes directos.

### 1.23. Precios añadidos

Se producirán únicamente cuando el propietario, una vez hablado con el Técnico decidan un cambio de calidad en los materiales utilizados o sea necesario afrontar un gasto imprevisto.



#### 1.24. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a hacer acopio de todos los materiales y aparatos que el propietario ha decretado por escrito.

Los materiales, una vez pagados por el dueño, son de su propiedad y el Contratista será responsable de su custodia y conservación.

#### 1.25. Pagos

Los pagos por parte del propietario se realizarán en los plazos pertinentes y el importe será lo establecido en el proyecto por parte del Director Técnico.

#### 1.26. Seguros de las obras

El contratista esta obligado a asegurar el proyecto mientras dure la realización de la obra y la cuantía coincidirá con el valor de los objetos asegurados.

### 3. Condiciones técnicas para instalación de baja tensión

#### 1.27. Objeto

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

#### 1.28. 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.

#### 1.29. 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.

### 1.30. Características, calidades y condiciones generales de los materiales

#### 3.1.1. 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.

#### 3.1.2. Componentes y productos constituyentes 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.

#### 1.31. 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.

#### 1.32. 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.

#### 1.33. 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.

#### 1.34. 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.

### 1.35. Aparamenta eléctrica

Todos los aparatos e instrumentos a usar en el proyecto procederán de firmas reconocidas con garantías y homologados, siendo previamente inspeccionados por si existiese algún defecto.

### 1.36. 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.

### 1.37. Fusibles

Los fusibles deberán permitir el cambio bajo tensión sin peligro y deberán tener marcada la intensidad y tensión nominal a la que trabajan.

### 1.38. Puesta a tierra

Se elaborará según lo establecido en la memoria, situación forma y características. Estarán acordes a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### 1.39. 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. Montaje de la instalación

### 1.40. 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.

#### 1.41. 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:
  - El incremento de temperatura, debido a la cercanía con un fluido caliente.
  - La condensación.
  - La inundación.
  - La corrosión.
  - 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 sección inadmisibles.
- Será 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.

##### 4.1.1. 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 ITC-BT-24 del REBT.

#### 4.1.2. 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.

#### 4.1.3. 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.

#### 1.42. 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.

## 5. Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica.

#### 1.43. 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.

#### 1.44. 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.

#### 1.45. 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.

## 1.46. Diseño

### 5.1.1. 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.

### 5.1.2. Orientación, inclinación y sombras

Las pérdidas debido a la orientación e inclinación, así como por sombras deben cumplir lo indicado en la tabla del siguiente apartado.

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

## 1.47. Componentes y materiales.

### 5.1.3. Generalidades

Como principal generalidad se debe de 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 la planta fotovoltaica no deberá provocar ningún impedimento o avería, así como consolidar toda seguridad a los clientes.

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.



#### 5.1.4. 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.

#### 5.1.5. Estructura soporte.

Deberán cumplir con todas las indicaciones marcadas por el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura estará capacitada para resistir las inclemencias del tiempo sin perjudicar la producción de energía.

Se diseñará la estructura específicamente para la orientación y el ángulo de instalación de los paneles teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje de estos.

La estructura de sujeción no generará ningún tipo de sombra sobre los paneles generadores.

#### 5.1.6. 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.

#### 5.1.7. 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.

#### 5.1.8. 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.

#### 5.1.9. 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.

#### 5.1.10. 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 de Baja Tensión.

#### 1.48. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

##### 5.1.11. 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:
  - Una comprobación de las protecciones eléctricas.
  - Una comprobación del estado de los paneles.
  - Una comprobación del estado del inversor.
  - 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 bornes), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

#### 5.1.12. 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 le 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 este dentro de plazo.

#### 5.1.13. Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada por personas no autorizadas a dicha acción.

En la elaboración de este pliego se ha hecho uso de documentos aportados por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía ([IDAE](#))



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**Presupuesto**

AUTOR: Carlos González González

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	Albañilería.....	3.876,36	17,90
C02	Electricidad.....	6.998,65	32,33
C03	Fontanería.....	3.051,49	14,09
CO4	Pintura.....	1.908,25	8,81
CO5	Generadores.....	5.815,80	26,86
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>21.650,55</b>	
	7,00 % I.V.A.....	1.515,54	
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>23.166,09</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>23.166,09</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de VEINTITRES MIL CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

, a 24 de agosto de 2020.

**El promotor**

**La dirección facultativa**

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C01 Albañilería</b>									
D10AA0010	<p><b>m² Falso techo plancha lisa escayola 100x60cm</b></p> <p>Falso techo de plancha lisa de escayola 100x60 cm, incluso material de fijación, remates, andamiajes, colocación y acabado con pasta de escayola. S/NTE RTC-16.</p>						170,00	19,26	3.274,20
D07AA0030	<p><b>m² Fábrica bl.hueco sencillo 15x25x50 cm</b></p> <p>Fábrica de bloques huecos de hormigón vibrado de 15 cm de espesor (15x25x50), con marcado CE, categoría I según UNE-EN 771-3, recibidos con mortero industrial M 2,5, con marcado CE s/UNE-EN 998-2, incluso replanteo, aplomado, nivelado, humedecido, grapas metálicas de unión a la estructura y parte proporcional de armadura de refuerzo de acero B 400 S. Protección de elementos de generación a la interperie y patinillos en interior de vivienda.</p>						13,00	26,57	345,41
D07L0010	<p><b>m² Enfosc maestread vert inter.acabd mort 1:5</b></p> <p>Enfoscado maestreado fratasado en paramentos verticales interiores con mortero 1:5 de cemento y arena, acabado con mortero de cemento y arena fina, incluso p.p. de malla metálica en juntas de fábrica y estructura, remate de huecos y aristas, limpieza y humedecido del soporte. Protección de elementos de generación a la interperie y patinillos en interior de vivienda.</p>						13,00	19,75	256,75
<b>TOTAL CAPÍTULO C01 Albañilería.....</b>									<b>3.876,36</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
<b>CAPÍTULO C02 Electricidad</b>										
<b>SUBCAPÍTULO C02.1 GENERADORES</b>										
D18H0010	<b>ud Cuadro distribución viviendas, electrificación básica</b> Cuadro de protección y distribución de generadores formado por cajas plásticas de doble aislamiento autoextinguible, para empotrar, GEWISS serie 40 CD o equivalente, de 24 módulos (2x12), color blanco con puerta transparente color humo, con vano para alojar ICP, independiente, precintable y vano para automáticos, incluso los dispositivos siguientes: - 1 interruptor de control de potencia (ICP) de 2x32 A (P.C. 6 kA) - 1 interruptor general automático de corte omnipolar (independiente del ICP) de 1+Nx32 A (P.C. 10 kA) - 1 interruptor diferencial general de 2x40 A, sensibilidad 30 mA - 1 interruptor automático magnetotérmico (PIA) de 1+Nx25 A (P.C. 6 kA) - 1 interruptor automático magnetotérmico (PIA) de 1+Nx10 A (P.C. 6 kA)  incluso pequeño material, terminales, cableado de 6 mm <sup>2</sup> , conexionado, señalización de los circuitos por medio de placas de plástico rígidas grabadas de forma indeleble, empotrado en paramento vertical e instalado según RBT-02.							1,00	165,33	165,33
D18I00307	<b>m Línea distribución eléctrica int.4 mm<sup>2</sup>, circuitos generadores</b> Línea de distribución eléctrica, en circuito generador en instalación exterior, formada por conductores de cobre UNE VV 750 V de 4 mm <sup>2</sup> de sección y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25 mm						70,00	3,01	210,70	
D18I00308	<b>m Línea distribución eléctrica int.6 mm<sup>2</sup>, circuitos inversores</b> Línea de distribución eléctrica, en circuito generador en instalación exterior, formada por conductores de cobre UNE VV 750 V de 6 mm <sup>2</sup> de sección y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25 mm						6,00	8,83	52,98	
D18I00328	<b>ud Contador bidireccional 45 A</b>						1,00	72,95	72,95	
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.1 GENERADORES.....</b>									<b>501,96</b>	
<b>SUBCAPÍTULO C02.2 INSTALACIÓN INTERIOR</b>										
D18H0020	<b>ud Cuadro distribución viviendas, electrificación elevada</b> Cuadro de protección y distribución de viviendas, con grado de electrificación elevada, formado por cajas plásticas de doble aislamiento autoextinguible, para empotrar, GEWISS serie 40 CD o equivalente, de 36 módulos (3x12), color blanco con puerta transparente color humo, con vano para alojar ICP, independiente, precintable y vano para automáticos, incluso los dispositivos siguientes: - 1 interruptor de control de potencia (ICP) de 2x32 A (P.C. 6 kA) - 2 interruptores generales automático de corte omnipolar, uno para los generadores y otro para la línea (independiente del ICP) de 1+Nx32 A (P.C. 10 kA) - 1 interruptor diferencial general de 2x40 A, sensibilidad 30 mA - 1 interruptores automáticos magnetotérmicos (PIA) de 1+Nx25 A (P.C. 6 kA) - 1 interruptor automático magnetotérmico (PIA) de 1+Nx20 A (P.C. 6 kA) - 3 interruptores automáticos magnetotérmicos (PIA) de 1+Nx16 A (P.C. 6 kA) - 1 interruptor automático magnetotérmico (PIA) de 1+Nx10 A (P.C. 6 kA), incluso pequeño material, terminales, cableado de 6 mm <sup>2</sup> , conexionado, señalización de los circuitos por medio de placas de plástico rígidas grabadas de forma indeleble, empotrado en paramento vertical e instalado según RBT-02.							1,00	307,42	307,42



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C02.2.1</b>	<b>LÍNEAS Y DERIVACIONES</b>								
	Formado por:								
	- Línea de distribución eléctrica, en circuito de cocina y/o calefacción en instalación interior, formada por conductores de cobre (fase + neutro + tierra) UNE VV 750 V de 6 mm <sup>2</sup> de sección y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 32 mm, incluso p.p. de cajas de registro, apertura y sellado de rozas y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.								
	- Línea de distribución eléctrica, en circuito de lavadora en instalación interior, formada por conductores de cobre (fase + neutro + tierra) UNE VV 750 V de 4 mm <sup>2</sup> de sección y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25 mm, incluso p.p. de cajas de registro, apertura y sellado de rozas y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.								
	- Línea de distribución eléctrica, en circuito de fuerza 1 en instalación interior, formada por conductores de cobre (fase + neutro + tierra) UNE VV 750 V de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25 mm, incluso p.p. de cajas de registro, apertura y sellado de rozas y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.								
	- Línea de distribución eléctrica, en circuito de fuerza 2 en instalación interior, formada por conductores de cobre (fase + neutro + tierra) UNE VV 750 V de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25 mm, incluso p.p. de cajas de registro, apertura y sellado de rozas y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.								
	- Línea de distribución eléctrica, en circuito de alumbrado en instalación interior, formada por conductores de cobre (fase + neutro) UNE VV 750 V de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 20 mm, incluso p.p. de cajas de registro, apertura y sellado de rozas y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.								
	- Línea de distribución eléctrica, en circuito de baño en instalación interior, formada por conductores de cobre (fase + neutro + tierra) UNE VV 750 V de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y tubo flexible corrugado (s/norma UNE-EN 50086-2-3) D 25 mm, incluso p.p. de cajas de registro, apertura y sellado de rozas y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.								
	- Derivación individual 4(1x10) mm <sup>2</sup> (enlazando la centralización de contadores con el cuadro general de distribución), formada por conductores de cobre aislados UNE VV 750 V (s/UNE 21123 parte 4 ó 5) de 10 mm <sup>2</sup> , bajo tubo flexible corrugado (s/normas UNE-EN 50085-1 y UNE 50086-1) de D 40 mm, incluso apertura y sellado de rozas y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.								
							1,00	1.030,05	1.030,05
<b>C02.2.2</b>	<b>MECANISMOS</b>								
	Compuesto por:								
	- 2 Interruptores Cruzamientos								
	- 8 Interruptores Conmutados								
	- 4 Interruptores sencillos								
	- 37 tomas de corriente de 16A								
	- 2 tomas de corriente de 25A								
	- 1 punto de timbre								
							1,00	1.840,17	1.840,17
<b>C02.2.3</b>	<b>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</b>								
	Arqueta de puesta o conexión a tierra, metálica, de 30x30 cm, con tapa, incluso pica de acero cobrado de 2 m, seccionador, hincado, p.p. de soldadura aluminotérmica y adición de carbón y sal. Totalmente instalada y comprobada incluso ayudas de albañilería, s/RB-02.								
							1,00	53,93	53,93

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CO2.2.4</b>	<b>ILUMINACION</b>								
	Se ha realizado un estudio luminotécnico por estancias para saber cuantas luminarias colocar. se han instalado:								
	- 45 Apliques de techo empotrados								
	- 3 Lámparas de techo								
	- 1 Aplique en pared para la escalera								
							1,00	3.265,12	3.265,12
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO C02.2 INSTALACIÓN INTERIOR .....</b>								<b>6.496,69</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO C02 Electricidad .....</b>								<b>6.998,65</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C03 Fontanería</b>									
D21AE0830	<p>ud Inst. solar ACS viv unif 4 usu., de cir. natural, tejado, Schüco</p> <p>Instalación solar Shüco o equivalente, para viviendas unifamiliares con 4 usuarios, compuesto por: Equipo TS 200 AD de circulación natural con captador de aluminio con vidrio incoloro transparente de 4 mm, retorno integrado en el captador, soporte tejado, depósito de 150 l, con alta resistencia a la corrosión. Sistema termosifón con dos circuitos separados. Termo eléctrico vitrificado Cadeca de 50 l. Circuito secundario en tubería de polietileno reticulado peróxido, con accesorio de unión rápida. Aislado termicamente con coquilla de espesor mínimo de 22 mm en interiores y de 35 mm en exteriores. Con parte proporcional de accesorios. Instalado y probado. Según C.T.E. DB HE-4.</p>								
							1,00	3.051,49	3.051,49
	<b>TOTAL CAPÍTULO C03 Fontanería .....</b>								<b>3.051,49</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO CO4 Pintura</b>									
D28AAA0030	<b>m² Pintura plástica ecológica mate, int., Ecoplast de PALCANARIAS</b>								
	Pintura plástica ecológica para interior/exterior, acabado mate, sin olor residual, Ecoplast de PALCANARIAS o equivalente, con certificado Aenor medio ambiente por su bajo contenido en compuestos orgánicos volátiles y otros requisitos exigidos, i/imprimación, lijado y empaste, acabado a 2 manos, color blanco.								
							425,00	4,49	1.908,25
	<b>TOTAL CAPÍTULO CO4 Pintura.....</b>								<b>1.908,25</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO CO5 Generadores</b>									
UD02	<b>Inversores</b>								
	Un inversor con una capacidad de 4 kW y otro con una capacidad de 2 kW								
							1,00	1.711,80	1.711,80
UD01	<b>Placas Solares</b>								
	Panales fotovoltaicos con una capacidad de producción en corriente continua de 325 W cada uno								
							18,00	228,00	4.104,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO CO5 Generadores .....</b>								<b>5.815,80</b>
	<b>TOTAL .....</b>								<b>21.650,55</b>



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

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Trabajo de Fin de Grado**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y  
ACS SOLAR DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR**

**Conclusions**

AUTOR: Carlos González González

## 1. Conclusions

The objectives of this project were, on the one hand, to update the electrical installation of a house with more than 60 years old, adapting it to an elevated electrification installation and installing the lighting fixtures and, on the other, to create a photovoltaic plant for the power demand of homeowners and the sale of the surplus and add a thermosyphon to use solar radiation to heat the water in the home.

All these purposes have been more than fulfilled since not only the client's needs have been satisfied, but also things such as the lighting studio, the installation of a false ceiling throughout the house and an installation patch to communicate all the plants of it.

In general, it has been a very complete project in which all possible branches have been touched in an electrical project of this caliber.