

SISTEMA DE GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN UNA VIVIENDA



ULL

Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Autores: Adrián Isaac Pérez Barroso y Fernando Belda de Zárate

Tutor: Ginés Fernando Coll Barbuzano

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a nuestro tutor Ginés Coll por el trato recibido en todo momento y por las aclaraciones y correcciones realizadas durante la elaboración de este proyecto.

Agradecer también al resto de profesorado por otorgarnos las capacidades necesarias para realizar este trabajo, a la Universidad de La Laguna y a nuestras familias, amigos y compañeros de grado.

Índice

1. Abstract
2. Memoria descriptiva
3. Memoria justificativa
4. Viabilidad económica
5. Pliego de Condiciones Generales
6. Pliego de Condiciones Técnicas
7. Planos
8. Mediciones y Presupuesto
9. Anexo I: Resumen y conclusiones
10. Anexo II: Estudio Luminotécnico
11. Anexo III: Hojas de especificaciones

ABSTRACT

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Abstract

Our project has the objective of designing some installations of a house and study how the energy, which is generated by photovoltaic panels, is managed. The house has a high electrification grade and it is situated on Bentinerfe Street, on the village of Adeje, Santa Cruz de Tenerife. The house is a chalet for one family with 538.3 m². The designed installations must be adapted to the distribution of the house, which is exposed in the plans. The mentioned installations are: the electrical one, the photovoltaic one and the hot water one.

The main objective of our project is to supply part of the electricity consumed by photovoltaic panels and, also, to cover the needs of hot water by a system of solar thermal panels.

The main characteristics of these installations will be explained on the following paragraphs:

- **Electrical installation:** this installation involves every indoor circuit of our house, including the link installation and the connection point with the supplier. This house is classified as a high electrification house because of the needs and the area.
- **Photovoltaic installation:** to design this installation we need to know the demand of electricity of our house. For that, we use real bills of a house with similar conditions that ours. The objective is to supply part of the energetic demand using solar energy. For that, it is necessary to know the solar radiation and the inclination degree of the panels (β), which is 35°. The designed installation will be able to generate 5 kWh, that is almost the third part of the demand. For these conditions, the number of panels will be 12.
- **Solar thermal panels:** the objective of this part of the project is to supply the hot water used in our house by solar energy. For our case, the demand of hot water per day is 120 liters. The climatic zone of the emplacement is the V, so the solar contribution must be at least of 70%. The temperature of consumption will be 45°C and the temperature of accumulation will be 60°C. The tank of the system will have

a capacity of 160 liters and the capturing surface will be of 1,577 m². The inclination angle (β) will be 35° and the acimut angle (α) will be 0°.

Finally, the last part of the project is to study the economic viability of the photovoltaic and hot water installations and calculate in how many years the made investment is profitable. For that, we must know the initial investment and, also, the money we are going to save each year because of the solar energy.

In the first case, we use the best products of the market and this means an initial investment of 12.380 euros. This investment would be profitable in 15 years. The other option is using similar products with less quality but with a lower price. We have considered some sales (20%-35%) for each object. With these prices, the initial investment would be of 8.524 euros, which would be profitable in 10 years.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Aspectos generales del Proyecto.....	pág. 6
1.1 Objeto.....	pág. 6
1.2 Alcance.....	pág. 6
1.3 Antecedentes.....	pág. 6
1.4 Peticionario.....	pág. 7
1.5 Emplazamiento.....	pág. 7
1.6 Descripción de la vivienda.....	pág. 7
1.7 Legislación empleada en el Proyecto.....	pág. 8
2. Condiciones de partida.....	pág. 9
3. Descripción de las instalaciones.....	pág. 9
4. Instalación eléctrica.....	pág. 10
4.1 Programa de necesidades. Potencia total.....	pág. 10
4.2 Potencia prevista.....	pág. 10
4.3 Potencia instalada.....	pág. 11
4.4 Coeficientes de simultaneidad.....	pág. 11
4.5 Suministro de energía.....	pág. 12
4.6 Acometida.....	pág. 12
4.7 Caja general de protección y medida.....	pág. 12
4.8 Línea general de alimentación.....	pág. 13
4.9 Contadores o equipos de medida.....	pág. 13
4.10 Derivación individual.....	pág. 13
4.11 Dispositivo de control de potencia.....	pág. 14
4.12 Dispositivos generales de mando y protección.....	pág. 15
4.13 Instalaciones receptoras.....	pág. 15
4.13.1 Piscina.....	pág. 16
4.14 Puesta a tierra.....	pág. 17
5. Agua caliente sanitaria.....	pág. 17
5.1 Objeto.....	pág. 17
5.2 Descripción de tecnología solar.....	pág. 18
5.3 Zonificación climática.....	pág. 19
5.4 Necesidad de agua caliente sanitaria.....	pág. 19
5.5 Captadores.....	pág. 20
5.6 Superficie de captación.....	pág. 21

5.7 Soporte e inclinación y orientación de captadores.....	pág. 21
5.8 Sistema de acumulación de agua.....	pág. 22
5.9 Legionelosis.....	pág. 23
6. Instalación fotovoltaica.....	pág. 23
6.1 Objeto.....	pág. 23
6.2 Descripción de tecnología fotovoltaica.....	pág. 24
6.3 Orientación e inclinación de los paneles.....	pág. 25
6.4 Análisis de consumo y generación.....	pág. 25
6.5 Elección de componentes.....	pág. 28
6.6 Sistema de gestión eficiente de la energía (Ampere Square).....	pág. 28

1. Aspectos generales del Proyecto

1.1 Objeto

El objeto de este proyecto es el diseño de las instalaciones encargadas de cubrir las demandas energéticas de una vivienda unifamiliar mediante energía solar. Dichas demandas energéticas hacen referencia a la demanda de suministro eléctrico, así como a la demanda de agua caliente sanitaria.

Para dicho diseño es necesario realizar los cálculos relacionados a la instalación eléctrica, partiendo ésta desde cero. Además, en el presente documento se estudiará la viabilidad económica de implantar un modelo de obtención de energía eléctrica por medio de la radiación solar.

1.2 Alcance

El alcance de este documento comprende el dimensionado de la instalación eléctrica y el estudio de los diferentes requerimientos para dotar a la vivienda de un sistema de generación de energía eléctrica y de agua caliente sanitaria mediante técnicas que permiten la explotación de la energía solar. Para ello, en el proyecto se adjuntarán todos los cálculos realizados en base a la normativa vigente, así como toda la información relevante para el entendimiento de este documento.

1.3 Antecedentes

La redacción de este documento viene motivada por el interés de analizar la rentabilidad económica que representaría la instalación de energía solar en una vivienda unifamiliar en un emplazamiento tan idóneo como es la isla de Tenerife. Gracias a los avances técnicos, la gestión de la energía es cada vez más accesible y eficiente para los usuarios, aprovechando la información que facilita tanto internet como los diferentes satélites destinados a la predicción del clima.

1.4 Peticionario

El solicitante de este Proyecto es la Universidad de La Laguna, concretamente, la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología situada en el Camino San Francisco de Paula, s/n, en San Cristóbal de La Laguna.

Teléfono de contacto: 922 84 50 31

922 84 52 91

Correo electrónico: esit@ull.edu.es

1.5 Emplazamiento

La vivienda unifamiliar se encuentra en una parcela situada en la calle Bentinerfe, en el término municipal de Adeje, en Santa Cruz de Tenerife. La vía en la que se encuentra dicha vivienda es transitable por personas y vehículos, disponiendo, además, de acera. La situación de la vivienda proyectada está en el plano de situación correspondiente.

1.6 Descripción de la vivienda

La vivienda unifamiliar en la que se basa este proyecto es de tipo chalet, es decir, carecerá de zonas comunes y locales comerciales. La parcela tiene un total de 538,3 m², los cuales están distribuidos como se refleja en la siguiente tabla.

ESPACIO	SUPERFICIE (M ²)
VESTÍBULO	24,8
PASILLO	15,2
CUARTO AUXILIAR 1	3,15
CUARTO AUXILIAR 2	2,6
DESPACHO Y SALÓN COMEDOR	40,3
COCINA	16,5
DORMITORIO 1	10,6
BAÑO 1	7
DORMITORIO 2	15,4

BAÑO 2	7
PATIO INTERIOR	10,3
JARDINES	264,3
TERRAZAS	90,2
CUBIERTA	91,9

Tabla 1: Distribución de la vivienda y superficie de los diferentes espacios

De esta manera, se obtiene que la vivienda tiene una superficie habitable de 145, 85 m².

El acceso desde la vía pública a la planta principal de la vivienda se realiza por medio de unas escaleras. En primera estancia, nos encontramos una zona de jardín, teniendo la puerta de acceso a la vivienda a la izquierda. El espacio exterior se reparte en el ya mencionado jardín de entrada, una terraza situada también junto a la entrada y un gran jardín, que cuenta con una piscina. En el interior de la vivienda podemos encontrar dos cuartos auxiliares nada más entrar a la izquierda y un pasillo, el cual permite acceder a una de las habitaciones o al salón/comedor. De la misma manera, en el pasillo se encuentran las escaleras que permiten el acceso a la cubierta de la vivienda. El salón/comedor es un espacio abierto que conecta con la cocina. Desde este punto, se accede al otro dormitorio de la habitación y al jardín trasero. Cabe destacar la existencia de un patio interior situado junto a las escaleras, cuyo techo es de cristal. Toda esta distribución se ve claramente reflejada en los planos de planta.

1.7 Legislación empleada en el Proyecto

En este apartado se recoge toda la legislación utilizada a lo largo de este documento.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión REBT (RD 842/2002)
- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios RITE (RD 1218/2002)
- Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 39/1997)

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (RD 486/1997)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (RD 773/1997)
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (RD 614/2001)
- RD: 865/2003, de 4 de julio, se establecen los criterios higiénicos y sanitarios para la prevención y control de legionelosis.
- Norma UNE 94002, sobre instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo

2. Condiciones de partida

El espacio físico de la parcela y la vivienda ya están repartidos por lo que las instalaciones proyectadas en este documento deberán adaptarse a los planos dados, cumpliendo siempre la normativa vigente. Además, el resto de instalaciones, a excepción de la eléctrica, vendrán definidas en otros proyectos.

De esta manera, las condiciones de partida de este proyecto se caracterizan por la inexistencia de las mismas, partiendo la instalación eléctrica desde cero. El punto de partida de nuestra instalación será el punto de conexión con la empresa suministradora, siendo éste expuesto en los planos del proyecto.

3. Descripción de las instalaciones

En los siguientes apartados de este documento se describirán detalladamente las diferentes instalaciones presentes en la vivienda unifamiliar, que son las siguientes:

- **Instalación eléctrica:** esta instalación comprende desde el punto de conexión con la empresa suministradora, hasta los circuitos interiores de la vivienda, teniendo en cuenta también la instalación de enlace.
- **Agua caliente sanitaria:** en este apartado se recogerá la instalación solar térmica requerida para poder abastecer las necesidades de los usuarios de la vivienda unifamiliar (en nuestro caso serán 4 personas).
- **Instalación fotovoltaica:** la implementación de esta instalación dependerá del consumo eléctrico en la vivienda, así como de su viabilidad económica. Siendo todos estos aspectos tratados con detalle en los apartados correspondientes.

4. Instalación eléctrica

4.1 Programa de necesidades. Potencia total

La electrificación de la vivienda, de acuerdo a la ITC-BT-10, es elevada, ya que se tiene un sistema de aire acondicionado y una superficie útil superior a 160 m². De esta manera, la potencia prevista para una vivienda con grado de electrificación elevado no podrá ser inferior a 9200 W, tal y como establece la ITC-BT-10.

La potencia instalada en la vivienda, calculada en la memoria justificativa de acuerdo a la ITC-BT-25, es de 25633,5 W. Para dicha potencia, se decide dimensionar la instalación de enlace para 9200 W, siendo este el mínimo establecido por la ITC-BT-10 para viviendas con electrificación elevada.

4.2 Potencia prevista

La potencia prevista para la vivienda unifamiliar, tal y como se menciona en el apartado anterior es de 9200 W, cumpliendo con el mínimo que exige el REBT para viviendas con grado de electrificación elevada. Se ha considerado aumentar dicha potencia a 15 kW, pero teniendo en cuenta la demanda de energía eléctrica calculada y

que la vivienda será capaz de generar un porcentaje dicha energía, se ha decidido mantener la potencia prevista en 9200 W.

4.3 Potencia instalada

La potencia instalada se ha calculado en la memoria justificativa en base a la ITC-BT-25, siendo esta de 25633,5 W. A continuación, se expondrá una tabla donde se puede observar la distribución de circuitos y la potencia consumida por cada uno de ellos.

CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA (W)
C1: ILUMINACIÓN INTERIOR	136,125
C2: TOMAS DE USO GENERAL	3450
C3: COCINA Y HORNO	4050
C4: LAVADORA, LAVADORA Y LAVAVAJILLAS	5123,25
C5: TOMAS DE BAÑO Y CUARTO DE COCINA	2760
C6: ILUMINACIÓN INTERIOR 2	136,25
C7: ILUMINACIÓN EXTERIOR	270
C8: ILUMINACIÓN EXTERIOR 2	280,5
C9: AIRE ACONDICIONADO	4040
C10: SECADORA	2587,5
C11: ILUMINACIÓN PISCINA	40
C12: TOMAS DE BAÑO Y CUARTO DE COCINA	2760
TOTAL	25633,5

Tabla 2: Distribución de circuitos y potencia consumida

4.4 Coeficientes de simultaneidad

Al tratarse de una vivienda unifamiliar no es necesario aplicar ningún coeficiente de reducción por simultaneidad a la potencia calculada tal y como sí se hace en edificios u otro tipo de instalaciones.

4.5 Suministro de energía

El punto de conexión entre nuestra instalación y la empresa suministradora se ve reflejado en el plano de diseño de la acometida. Hay que tener en cuenta que la caída de tensión máxima permitida en la instalación de enlace es de 1,5%.

Por otro lado, el tipo de suministro es monofásico proporcionando tensiones nominales de 230 V con una frecuencia de 50 Hz.

4.6 Acometida

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección. Cabe destacar que la acometida no forma parte de la instalación de enlace y su explotación es responsabilidad de la empresa suministradora.

La acometida será subterránea, con una profundidad de 0,8 metros y estará situada a 10 metros de nuestra caja general de protección y medida. La sección de fase y neutro serán de 10 mm² de cobre con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y de tensión asignada 0,6/1 KV. La canalización será de 63 mm de diámetro, tal y como se establece en la ITC-BT-21.

4.7 Caja general de protección y medida

La caja general de protección es la caja que aloja los elementos de protección de la línea general de alimentación (LGA). No obstante, en nuestro caso, al tratarse de una vivienda unifamiliar, no existe la LGA. De esta manera, los contadores o equipos de medida se ubican en esta caja, teniendo así una caja general de protección y medida (CGPM).

La CGPM estará situada en la fachada exterior de la vivienda junto a la puerta de acceso en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta metálica con grado de protección IK 10 (UNE-EN 50.102) y se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida estarán instalados a una altura de 1,60 metros.

Dentro de la CGPM se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase, mientras que el neutro será una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, y que, además, tendrá un borne de conexión para su puesta a tierra. Por último, la CGPM tendrá un grado de protección IP43, un grado de protección IK 08 y será precintable.

4.8 Línea general de alimentación

La línea general de alimentación es la línea que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores. En nuestro caso, al tratarse de una vivienda unifamiliar, esta línea no existe debido a que la caja general de protección enlaza directamente con los contadores.

4.9 Contadores o equipos de medida

Se entiende por equipo de medida el conjunto de contadores y demás elementos necesarios para el control y la medida de la energía eléctrica.

En nuestro, dichos contadores estarán situados en la caja general de protección y medida por las razones expuestas en los apartados anteriores. Tal y como establece la ITC-BT-16, la caja deberá de disponer de ventilación interna con el fin de evitar condensaciones en su interior. Además, las protecciones de la caja deberán permitir la lectura de los contadores e interruptores horarios de manera directa, siendo las partes transparentes resistentes a los rayos ultravioletas.

4.10 Derivación individual

La derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la LGA suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. En nuestro caso, la derivación individual parte de la CGPM y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

La longitud de la derivación individual de nuestra instalación es de 5 metros, tratándose de una derivación individual enterrada, por lo que se ha seguido las prescripciones de la ITC-BT-07 para dimensionar el conductor.

La sección es de 10 mm² de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). El cable elegido para la derivación individual es el RZ1-K (AS) que se caracteriza por una baja emisión de gases corrosivos y de humos, por ser no propagador de incendio por tener una tensión asignada de 0,6/1 KV.



Figura 1: Cable RZ1-K (AS) de la marca RCT.

El diámetro de la canalización será de 90 mm, previendo así posibles ampliaciones futuras en un 100% de las secciones de los conductores, tal y como establece la ITC-BT-15.

4.11 Dispositivo de control de potencia

El interruptor de control de potencia (ICP) se situará en el cuadro general de mando y protección, pudiéndose ver la situación de éste en los planos de la vivienda. El calibre del ICP será de 40 A, siendo éste el máximo soportado por nuestra potencia contratada, 9200 W.

Si el usuario de la vivienda quisiese disminuir la potencia contratada, lo único que debería hacer es cambiar esta parte de la instalación, ya que el resto no sufriría por este cambio. Dicha alteración de la instalación deberá ser realizada por la empresa suministradora, ya que después de que el ICP sea instalado también ha de ser precintado.

4.12 Dispositivos generales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán en un cuadro, cuya situación puede verse en los planos de este documento, que tendrá un grado mínimo de protección IP 30 e IK 07.

En el interior del cuadro habrá un total de 21 dispositivos de protección. El interruptor general de alimentación (IGA) tendrá un calibre de 63 A. De esos 21 dispositivos 2 pertenecen a la instalación fotovoltaica, tal y como se puede observar en el esquema unifilar. Los interruptores diferenciales tendrán una sensibilidad de 30 mA como protección para los contactos indirectos. Por último, para cada circuito se instalarán dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

4.13 Instalaciones receptoras

Las instalaciones interiores receptoras son las expuestas en la tabla 2 del apartado “Potencia instalada”. Los diferentes circuitos de la instalación eléctrica han sido clasificados en función de la ITC-BT-25, añadiendo los necesarios para aumentar la seguridad de la instalación. Además, se cumple con las caídas de tensiones exigidas por el REBT. El cálculo de las secciones se ha realizado en base a la ITC-BT-19, mientras que para las canalizaciones se han seguido las prescripciones de la ITC-BT-21. Todos los cálculos y resultados referentes a este apartado están reflejados en la memoria justificativa.

El cable elegido para todas las líneas interiores es el H07Z1-K (AS), cuyas principales características son las siguientes: es no propagador de incendios ni humos, está libre de halógenos y su tensión nominal es de 450/750 V. El conductor será de cobre y el aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).



Figura 2: Cable H07Z1-K (AS) de la marca RCT.

Como se mencionó anteriormente, las canalizaciones se han dimensionado la ITC-BT-21, pudiéndose ver los diámetros seleccionados en los planos correspondientes.

El código de colores utilizado en los diferentes aislamientos de nuestra instalación se rige por la ITC-BT-26. En dicha instrucción se establece que el neutro se identifique mediante el color azul y el conductor de fase mediante el color marrón y negro. Además, el conductor de protección se identifica con el color verde-amarillo.

Las tomas de corriente de nuestra instalación eléctrica serán de tipo Schuko, cuya distribución se ve reflejada en los planos de fuerza de este documento.

Por último, los puntos de luz pertenecientes a la iluminación de la vivienda están expuestos en los planos correspondientes a la iluminación. Además, en este proyecto se añadirán las fichas técnicas de las luminarias empleadas durante los cálculos.

4.13.1 Piscina

En la vivienda existe una piscina en el jardín exterior, considerándose ésta como volumen peligroso. De esta manera, hemos seguido las prescripciones de la ITC-BT-31 que establece los criterios para diseñar las instalaciones relacionadas a piscinas.

Las luminarias de la piscina han de estar alimentadas por un circuito de muy baja tensión de seguridad (MBTS) de 12 V. Dicho circuito proviene del circuito C11, los cuales se conectan mediante un transformador 230/12 V. Las canalizaciones pertenecen a la zona 1, por lo que estas deben tener un grado de protección mínimo IP X5. Para nuestro caso, se ha seleccionado una canalización de PVC con índice de protección IP55.

Las luminarias situadas bajo el agua estarán en huecos detrás de una mirilla estanca cuyo acceso solo será posible por detrás, evitando, así, cualquier contacto entre partes conductoras accesibles de la mirilla y partes de metálicas de la luminaria.

Los conductores del circuito de MBTS serán de 1,5 mm², con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y tensión asignada de 450/750 V. El circuito C11, del que

proviene el circuito de MBTS, tendrá protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos y diferencial exclusivas para dicho circuito, tal y como se expondrá en el esquema unifilar.

4.14 Puesta a tierra

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o de los mismos enterrados en el suelo.

Los electrodos seleccionados para nuestra puesta a tierra son las picas verticales de acero cobreado con longitudes de 2 metros cada una. Se ha decidido conectar dos picas en paralelo obteniendo, así, una resistencia de puesta a tierra ($R_{pt} = 62,5 \Omega$).

El conductor de tierra tendrá una sección de 10 mm^2 , siguiendo las prescripciones de la ITC-BT-18. Además, dicho conductor irá enterrado y canalizado por medio de un tubo rígido de PVC blindado de 63 mm de diámetro, otorgando así una mayor seguridad a esta parte de la instalación. Por otro lado, los conductores de protección de las líneas interiores tendrán la misma sección que los conductores de fase a excepción de los conductores de protección de los circuitos C6 (iluminación interior 2), C7 (iluminación exterior), C8 (iluminación exterior 2) y C11 (iluminación piscina), ya que no cumplen el mínimo exigido por la ITC-BT-18, siendo el mínimo de $2,5 \text{ mm}^2$.

5 Agua caliente sanitaria

5.1 Objeto

El objeto de esta instalación es que se optimice el ahorro energético global de la vivienda unifamiliar en combinación con el equipo de apoyo ya existente en ella. Además, se ha de garantizar la durabilidad y el uso seguro de la instalación, así como el cumplimiento de todas las exigencias y normativas referentes al trato de agua caliente sanitaria para que no existan posibles consecuencias en la salud de los usuarios.

5.2 Descripción de tecnología solar

Una instalación solar térmica está formada por los siguientes elementos:

- Sistema de captación: este sistema está formado por colectores solares encargados de convertir la radiación solar en energía térmica aprovechable.
- Sistema acumulación: este sistema tiene, en nuestro caso, un depósito de 200 litros que almacena el agua caliente, evitando pérdidas hasta que se precise su uso.
- Circuito hidráulico: este circuito está formado por tuberías, bombas y válvulas que se encargan de transportar la energía térmica a través del fluido de acumulación.
- Sistema de intercambio: este sistema se encarga de realizar el intercambio de calor entre los fluidos para conseguir la temperatura de uso deseada.
- Sistema de regulación y control: este sistema se encarga de asegurar el correcto funcionamiento del equipo. También actúa como protección en caso sobrecalentamiento de sistemas o en casos de congelación.
- Equipo de energía convencional auxiliar: este equipo, que suele ser normalmente un termo eléctrico, se utiliza para complementar la contribución solar y así poder cubrir por completo la demanda.

Para nuestra vivienda se ha calculado un total de 120 litros diarios de agua caliente sanitaria. Este cálculo y el resto relacionados con este aspecto están recogidos en la memoria justificativa.

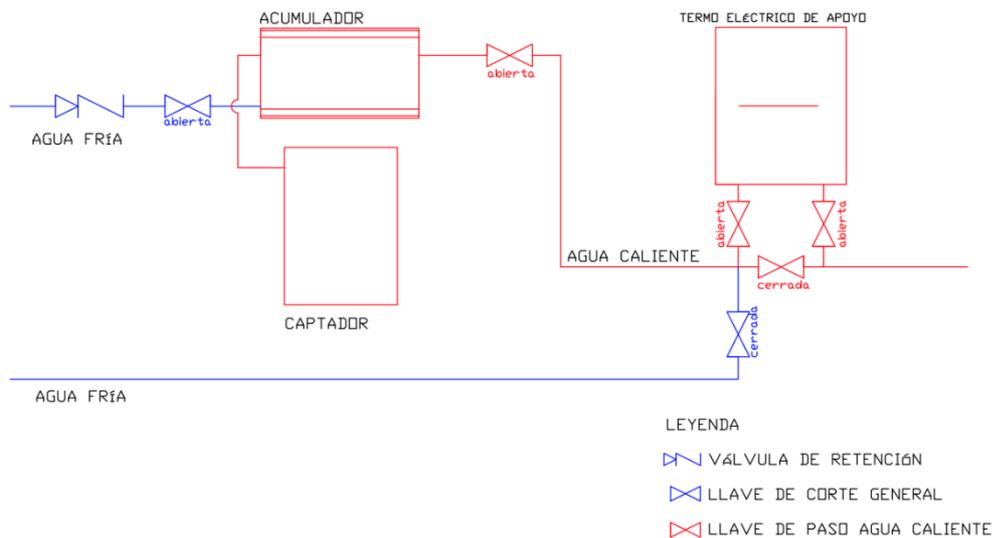


Figura 3: Esquema de la instalación de agua caliente sanitaria

5.3 Zonificación climática

La zona climática donde se encuentra nuestra vivienda unifamiliar se determina por unos valores existentes en el DB-HE1. En este documento básico se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra.

El objetivo de esta instalación es satisfacer la mayor demanda energética posible. Según el CTE-HE 4, la contribución solar mínima tendrá que cubrir un porcentaje de la demanda total anual de nuestra vivienda. En nuestro caso, como Canarias pertenece a la zona climática V y sabiendo que nuestra demanda de agua caliente sanitaria es de 120 litros al día, la contribución solar mínima debe ser del 70%.

5.4 Necesidad de agua caliente sanitaria

El objetivo de la instalación solar térmica es elevar la temperatura del agua de red hasta la temperatura de consumo. Debido a la variabilidad de la demanda de agua caliente sanitaria, se ha decidido estimar la temperatura de consumo a 45°C mientras que la

temperatura de acumulación será de 60°C. Estos cálculos son los requeridos en el CTE-HE 4.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar de dos habitaciones, se considera un número mínimo de 3 personas, pero para el desarrollo de nuestro proyecto consideramos que en nuestra vivienda viven 4 personas, por lo que tendremos cuatro consumidores diarios.

Para nuestro caso, el consumo total será de 120 litros diarios, mientras el consumo total anual será de 43800 litros.

5.5 Captadores

Los captadores de energía solar térmica que vamos a emplear en nuestra instalación y montaje son de la marca “Gamesa Solar”, más concretamente el sistema doméstico ACS Aquae Domus, cuya ficha técnica se adjuntará en este documento.



Figura 4: Marca proveedora del captador de energía solar térmica

Este modelo consta de dos depósitos de agua, uno de 160 litros y otro de 300 litros. Para nuestro caso, utilizaremos el modelo de 160 litros de capacidad. Para este modelo solo se utiliza un captador compacto. Los absorbedores son de tipo parrilla, con 7 tubos paralelos de 10 mm de diámetro interno y con tubos colectores de 22 mm. Las pérdidas de carga con esta configuración son muy bajas, lo que supone una importante ventaja en sistemas de circulación natural. Esta instalación se puede realizar tanto en terrazas como en tejados, siendo en nuestro caso realizada sobre la cubierta de la vivienda.

Las especificaciones técnicas del captador y acumulador están presentes en la ficha técnica del producto. Cabe destacar que en este modelo se incluyen las estructuras de aluminio para el anclaje.

5.6 Superficie de captación

Teniendo en cuenta los cálculos realizados anteriormente y conociendo el área unitaria del captador seleccionado previamente, podemos obtener el número de captadores a instalar y el área que necesitaremos para ello.

Como resultado obtenemos una superficie de captación de 1,575 m², llegando a la conclusión de que con la existencia de un solo captador de 160 litros de capacidad se cumple la superficie total de captación necesaria para nuestro proyecto.

5.7 Soporte e inclinación y orientación de los captadores

El material de la estructura de nuestro captador es de aluminio. Ha de estar dispuesto en un perfil angular para una cubierta plana ubicada sobre la cubierta de la vivienda unifamiliar.

Según el CTB BD HE-4, las pérdidas por concepto de inclinación y orientación se calcularán según los siguientes criterios:

- Ángulo de inclinación, β . Este ángulo se define como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (0° si es un módulo horizontal y 90° si es un módulo vertical).
En nuestro caso, supondremos una $\beta = 35^\circ$.
- Ángulo de acimut, α . Es el ángulo de orientación del plano, los valores típicos son 0° para el sur, -90° para el este y +90° para el oeste.
En nuestro caso, $\alpha = 0^\circ$, pues los paneles estarán orientados al sur.

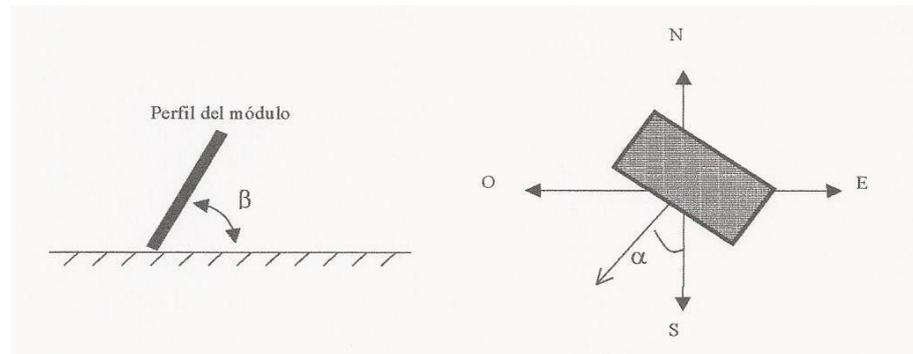


Figura 5: Representación de los ángulos de acimut e inclinación

Las pérdidas máximas admisibles serán, en nuestro caso, del 10% puesto que no hay ningún obstáculo que pueda provocar sombra en nuestro captador.

5.8 Sistema de acumulación de agua

El sistema de acumulación se concibe en función de la energía requerida, por lo que se debe prever una acumulación acorde a la demanda. El correcto dimensionado del sistema es vital para evitar pérdidas, ya que una excesiva acumulación de agua provoca pérdidas caloríficas, mientras que una acumulación insuficiente exigirá un mayor rendimiento y el uso del sistema auxiliar de energía.

Nuestra demanda es de 120 litros, disponiendo de un acumulador con capacidad de 160 litros. Este acumulador se colocará junto a la placa en la cubierta de la vivienda orientado hacia el sur.

La temperatura de acumulación de agua caliente sanitaria será de 60°C según la UNE 100.030 con el fin de evitar problemas de legionelosis, siendo la temperatura de consumo en torno a 45°C.

El sistema de acumulación de agua caliente sanitaria tiene una capacidad de 160 litros y según la normativa vigente, el cociente entre el volumen de acumulación y el área de captación de los colectores ha de encontrarse entre 50 y 180 l/m². Tras realizar los cálculos necesarios, nos aseguramos de que se satisface esta condición.

5.9 Legionelosis

Como se ha mencionado en apartados anteriores, en una instalación de agua caliente sanitaria existe un elevado riesgo de legionelosis, por lo que dicha instalación se encuadra en uno de los sistemas con mayor riesgo.

Para prevenir estos riesgos, el agua acumulada siempre tiene que tener una temperatura mínima de 60°C y se debe asegurar una temperatura de 50°C en los puntos más alejados. El agua fría debe tener una temperatura inferior a los 20°C, por lo que las tuberías que transporten este fluido deben estar lo suficientemente alejadas de las tuberías de agua caliente, de manera que no se produzca un intercambio de calor. Si no se pudiesen instalar de esta manera, habría que aislar convenientemente las tuberías.

Los equipos deben ser en todo momento accesibles para la realización de tareas de mantenimiento, limpieza e inspección. También hay que comprobar que no existen fugas y que no se produzcan retornos no deseados.

Se dispondrán de sistemas de filtrado y sistemas de válvula de retención que eviten el retorno de agua debido a pérdidas de presión o disminución del caudal.

6 Instalación fotovoltaica

6.1 Objeto

El objeto de la instalación fotovoltaica es dotar a la vivienda de un sistema de generación de energía eléctrica mediante la radiación solar que permita a los usuarios de dicha vivienda un cierto grado de autoconsumo eléctrico.

En este apartado realizaremos todos los cálculos necesarios para diseñar la instalación fotovoltaica de la vivienda, así como analizaremos las diferentes alternativas que ofrece el mercado actual para la gestión eficiente de la energía. Por último, estudiaremos la rentabilidad económica que supondría diferentes tipos de instalaciones fotovoltaicas.

6.2 Descripción de tecnología fotovoltaica

Una instalación fotovoltaica consta de los siguientes elementos:

- Paneles o módulos solares. Estos elementos captan la radiación solar y la transforman en energía eléctrica, generando corriente eléctrica continua (DC). La cantidad de paneles solares quedará definida por la potencia que se quiera generar.
- Regulador o controlador de carga. Este elemento es el encargado de controlar la carga y descarga de las baterías de la instalación solar. Este dispositivo evita que se produzcan cargas o descargas excesivas de las baterías
- Baterías o acumuladores. Las baterías son los elementos de la instalación que almacenan la energía producida. Estos dispositivos permiten utilizar dicha energía durante la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo o con poca radiación solar.
- Inversor o convertidor DC/AC. Como se mencionó anteriormente, la energía eléctrica generada por los paneles es continua por lo que es necesario convertirla a corriente alterna (AC) para su uso en la vivienda. De esta manera, este elemento es indispensable dentro de una instalación fotovoltaica.

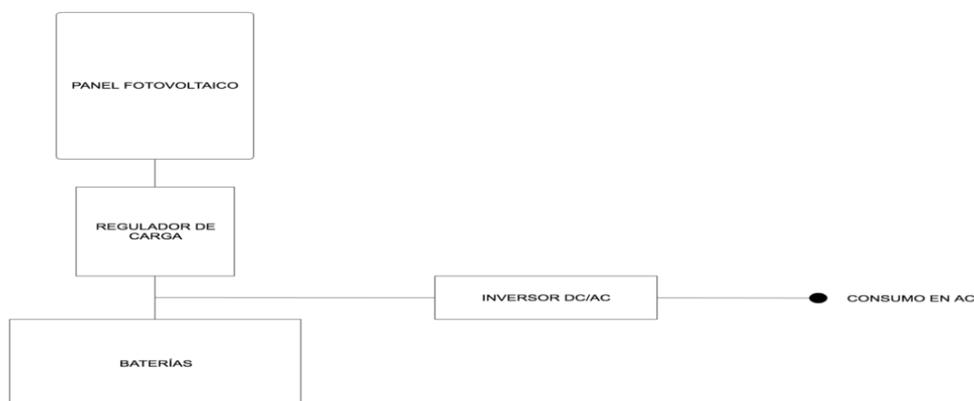


Figura 6: Representación esquemática de la instalación fotovoltaica

6.3 Orientación e inclinación de los paneles

La generación de energía eléctrica va a depender en gran medida de la cantidad de radiación solar que sea capaz de captar los paneles de nuestra instalación. Por ello, es de gran relevancia seleccionar correctamente el ángulo de inclinación (β) de la placa y el ángulo de acimut (α).

Para nuestro caso, hemos seleccionado un ángulo de acimut $\alpha = 0^\circ$, ya que lo más óptimo es que las placas estén orientadas al sur. Para el ángulo de inclinación hemos analizado diferentes casos con distintos ángulos, pero por motivos que se explicarán posteriormente en la memoria justificativa se ha seleccionado un ángulo de inclinación $\beta = 35^\circ$.

6.4 Análisis de consumo y generación

En este apartado relacionaremos el consumo energético de la vivienda unifamiliar con la capacidad de generación de la instalación fotovoltaica. Para hacer este análisis lo más fiel posible a la realidad, hemos obtenido los datos de consumo eléctrico de facturas reales de una vivienda cuyas características son muy parecidas a las de la vivienda proyectada en este documento. No obstante, hemos tenido que añadir el consumo que supondría disponer de aire acondicionado. Además, para el correcto dimensionado de la instalación fotovoltaica hemos añadido un 20% de consumo a cada mes como factor de seguridad.

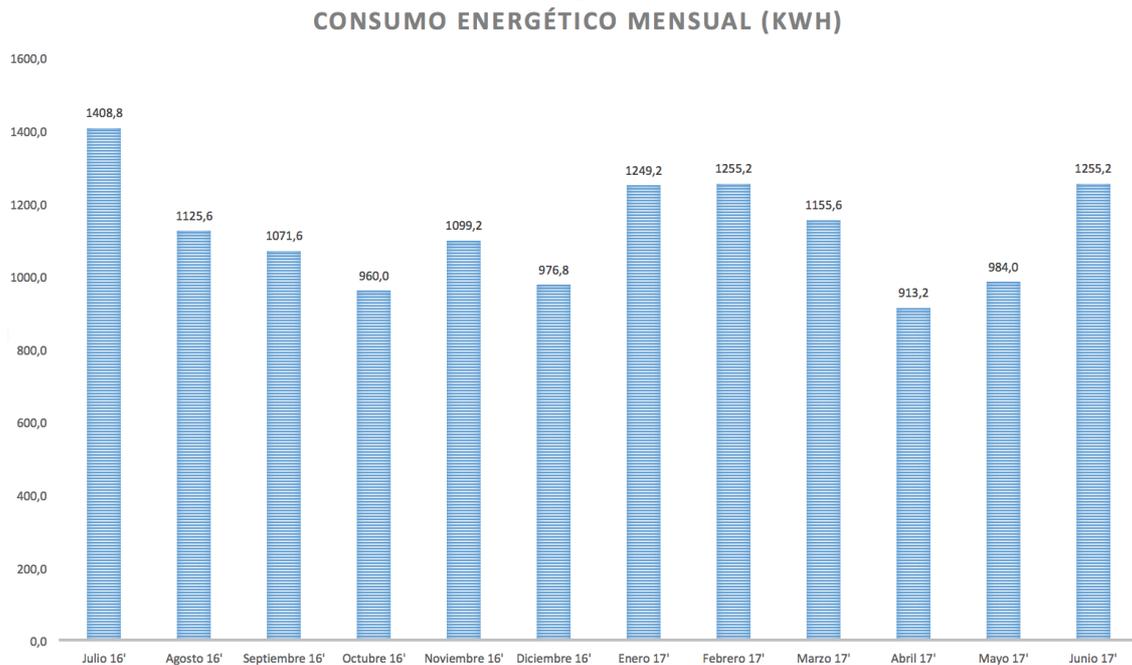


Gráfico 1: Consumo energético mensual

En base al gráfico mostrado, podemos observar que el consumo anual total es de 13454,4 kWh, siendo los meses de mayor consumo el de julio y junio con 1408,8 kWh y 1255,2 kWh, respectivamente. Sin embargo, para dimensionar la instalación fotovoltaica también hay que tener en cuenta la irradiación solar mensual. Para ello usamos el parámetro hora solar pico (HSP) que se define como el tiempo en horas de una hipotética irradiación solar constante de 1000 W/m^2 . Tras obtener los valores de dicho parámetro, gracias a la web PVGIS, para el término municipal de Adeje, hemos relacionado el consumo mensual con la hora solar pico de cada mes para ver cuál sería el caso en el que más energía se consume y menos irradiación solar existe. No obstante, el diseño de nuestra instalación fotovoltaica se verá limitada por el área útil existente en nuestra cubierta.

MES	CONSUMO/HSP
JULIO 16	181,31
AGOSTO 16	160,80
SEPTIEMBRE 16	192,73
OCTUBRE 16	203,39
NOVIEMBRE 16	312,27
DICIEMBRE 16	307,17

ENERO 17	346,04
FEBRERO 17	296,74
MARZO 17	200,97
ABRIL 17	153,22
MAYO 17	154,72
JUNIO 17	182,44

Tabla 3: Relación mensual entre el consumo energético y HSP

Tal y como se ve reflejado en la Tabla 3, la mayor relación entre el consumo mensual y las horas de sol pico se da en enero, siendo este periodo el de mayor exigencia para la instalación fotovoltaica. En el caso contrario, se encuentra el mes de septiembre, siendo este el mes en el que la relación antes comentada tiene el menor valor de todos.

Si nuestro objetivo fuese diseñar la instalación fotovoltaica para que nuestra vivienda fuese totalmente autosuficiente sería necesario instalar 44 placas solares que generasen en torno a los 15kW anuales. Sin embargo, el objetivo de este proyecto es que la instalación fotovoltaica sea una fuente de apoyo energética cuya inversión se recupere en un periodo de tiempo medio-largo. Además, nuestra cubierta no cumpliría con las exigencias constructivas que requeriría una instalación de tal envergadura.

De esta manera, vamos a diseñar una instalación fotovoltaica capaz de generar 5000 kWh al año, aportando más de un tercio de la energía consumida anualmente. En primer lugar, realizaremos el dimensionado para el mes más desfavorable, en este caso enero, mientras que la otra alternativa estudiada será para el caso medio de irradiación solar.

Si dimensionamos la instalación fotovoltaica en base al caso más desfavorable, observamos que para generar 5000 kWh al año es necesario una instalación formada por 17 módulos solares agrupados en dos ramas: una con 8 paneles y otra con 9 paneles.

Por el otro lado, teniendo en cuenta el valor medio del parámetro HSP (Horas de Sol Pico), la instalación fotovoltaica quedaría formada por 12 paneles solares agrupados en dos ramas de 6 módulos cada una.

6.5 Elección de componentes

En este apartado se recogerán la descripción y las principales características de los componentes seleccionados para conformar la instalación fotovoltaica de nuestra vivienda.

El modelo seleccionado de las placas solares es el Sunmodule Plus Sw 290/300 MONO de la compañía SolarWorld. Este módulo posee una potencia pico de 290 W y la empresa asegura una generación de energía óptima durante al menos 25 años.

Para el resto de elementos de la instalación fotovoltaica vamos a seleccionar un producto que combina las funciones de regulador de carga, de batería y de inversor DC/AC. Dicho producto es el Ampere Square 6.5, que pertenece a la empresa española Ampere Energy. La principal característica de este dispositivo, cuya capacidad es de 6 kWh y posee una potencia de 5 kW, es la gestión inteligente que hace de la energía, aspecto que se tratará en el siguiente apartado.



Figura 7: Marca del proveedor del dispositivo Ampere Square

6.6 Sistema de gestión eficiente de la energía (Ampere Square)

Como se mencionó anteriormente, el elemento fundamental de nuestra instalación fotovoltaica es el Ampere Square. Este dispositivo permite la inversión de corriente continua a alterna, la regulación de la carga que llega a las baterías y el propio almacenamiento de la energía. Todas estas funciones se distribuyen dentro del sistema de la siguiente manera.



Figura 8: Distribución interior del Ampere Square

Los dos elementos de la izquierda son las baterías de litio, de 3 kWh cada una. El elemento situado en la esquina superior derecha es el inversor fotovoltaico y el elemento restante es donde se encuentra el sistema de gestión de la energía.

Dicho sistema informático, que recibe el nombre de AMPi, monitoriza la energía que la vivienda consume, genera y almacena gracias a la información que obtiene de internet. De esta manera, el software consulta la previsión meteorológica y decide cuándo es más rentable apoyarse de la energía aportada por la red eléctrica en caso de que la previsión meteorológica no sea la más adecuada para generar la demanda exigida. Normalmente, el sistema compra la energía por la noche que es cuando el precio del kWh suele ser menor. Si la previsión meteorológica es favorable, el equipo almacena la energía generada por la instalación fotovoltaica para que sea consumida cuando sea necesario.

MEMORIA JUSTIFICATIVA

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Objeto.....	pág. 5
2. Instalación eléctrica.....	pág. 5
2.1 Previsión de potencia.....	pág. 5
2.2 Criterios seguidos en los cálculos.....	pág. 5
2.3 Fórmulas empleadas.....	pág. 6
2.4 Dimensionado de los circuitos de la instalación.....	pág. 9
2.4.1 Potencia instalada.....	pág. 9
2.4.2 Cálculo y dimensionado de la acometida, derivación individual y líneas interiores.....	pág. 10
2.4.3 Cálculo y dimensionado de la toma de tierra.....	pág. 13
2.4.4 Dimensionado de las protecciones diferenciales.....	pág. 14
2.5 Elementos de la instalación.....	pág. 14
2.5.1 Acometida.....	pág. 14
2.5.2 Caja general de protección y medida.....	pág. 14
2.5.3 Equipos de medida.....	pág. 15
2.5.4 Derivación individual.....	pág. 15
2.5.5 Dispositivo de control de potencia.....	pág. 15
2.5.6 Dispositivo de mando y protección.....	pág. 15
2.5.7 Instalación interior.....	pág. 16
2.5.8 Puesta a tierra.....	pág. 16
2.5.9 Canalizaciones.....	pág. 16
3. Agua caliente sanitaria.....	pág. 17
3.1 Contribución solar mínima.....	pág. 17
3.2 Necesidad de agua caliente sanitaria.....	pág. 18
3.3 Superficie de captación.....	pág. 19
3.4 Pérdidas por orientación y sombras.....	pág. 19
4. Instalación fotovoltaica.....	pág. 20
4.1 Demanda energética.....	pág. 20
4.2 Dimensionado de la instalación	pág. 22

1. Objeto

El propósito de esta memoria es justificar el dimensionado y las elecciones tomadas en relación a las diferentes instalaciones presentes en la vivienda. De esta manera, se expondrán todas las prescripciones seguidas para la realización de todos los cálculos y su procedencia.

2. Instalación eléctrica

2.1 Previsión de potencia

El primer paso para prever la potencia de una instalación es conocer el grado de electrificación. En nuestro caso, la vivienda supera los 160 m² y cuenta con aire acondicionado por lo que el grado de electrificación será elevado. Estas condiciones se encuentran en la ITC-BT-10, que además establece que la potencia prevista para viviendas con grado de electrificación elevado será superior a 9200 W.

En base a lo expuesto anteriormente y a la potencia instalada, calculada en apartados siguientes, la potencia prevista para nuestra vivienda, con la que dimensionaremos las instalaciones de enlace, será de 9200 W (40 A).

2.2 Criterios seguidos en los cálculos

Durante el desarrollo de los cálculos se han seguido todas las prescripciones de las instrucciones técnicas nombradas en los apartados correspondientes.

La caída de tensión de los diferentes circuitos presentes en la instalación está limitada para que la pérdida de tensión no impida el buen funcionamiento de los elementos receptores. Dicha exigencia aparece expuesta en la ITC-BT-19.

CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS ADMISIBLES

CIRCUITOS INTERIORES	3%
ALUMBRADO	3%
DEMÁS USOS	5%

Tabla 1: Caídas de tensión máximas admisibles

Por otro lado, la temperatura del conductor no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible del aislamiento empleado. Además, el conductor debe ser capaz de soportar la corriente de cortocircuito correspondiente, aunque en los circuitos interiores existirán protecciones contra cortocircuitos cuyo fin es evitar dicha situación.

El factor de potencia ($\cos\phi$) usado en los cálculos de este proyecto es de 0,8 para representar siempre el caso más desfavorable.

Por último, el calibre de las protecciones se escogerá de modo que dicho calibre se encuentre entre la intensidad nominal del circuito y la máxima admisible por el conductor.

2.3 Fórmulas empleadas

En este apartado se van a enumerar las diferentes fórmulas empleadas a lo largo de los cálculos relacionados con la instalación eléctrica.

En primer lugar, para el cálculo de las intensidades y las secciones hemos empleado las siguientes fórmulas:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

Despejando la intensidad, quedaría:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

En cuanto a la sección, la fórmula correspondiente:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot S \cdot V} \cdot 100$$

Donde:

S: Sección de la línea

I: Intensidad de la línea

$\cos\varphi$: Factor de potencia

γ : Conductividad del conductor

ΔV (%): Caída de tensión en porcentaje

De esta manera, podemos también obtener la expresión de la caída de tensión:

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot S \cdot V} \cdot 100$$

Los valores de la conductividad se han seleccionado en base a la ITC-BT-07. En la siguiente tabla se observa la temperatura máxima de servicio permanente que viene dada por el tipo de aislamiento, siendo en nuestro caso el polietileno reticulado (XLPE):

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito t ≤ 5s
Policloruro de vinilo (PVC) S ≤ 300 mm ² S > 300 mm ²	70 70	160 140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

Tabla 2: Temperaturas máximas de servicio asignadas

De esta manera, la conductividad, según la siguiente tabla, será de $44\Omega^{-1}\text{m}^{-1}$:

MATERIAL	C ₄₀	C ₇₀	C ₉₀
COBRE	52	48	44
ALUMINIO	32	30	28
TEMPERATURA	40°C	70°C	90°C

Tabla 3: Conductividad en función de la temperatura

En cuanto a la temperatura del conductor, esta se calculará de la siguiente manera:

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

Donde:

T: Temperatura estimada en el conductor

T_{max}: Temperatura máxima de servicio del conductor

T₀: Temperatura ambiente

I: Intensidad calculada para el conductor

I_{max} : Intensidad máxima admisible por el conductor

Por otro lado, para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se ha usado la siguiente fórmula:

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

Donde:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito

V: Tensión de alimentación fase-neutro

R_{cc} : Resistencia del conductor entre el punto considerado y alimentación

Siendo:

$$R_{cc} = \frac{2 \cdot L}{\gamma \cdot S}$$

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra se ha realizado en función de la ITC-BT-18. Para dicho cálculo es necesario conocer la resistividad del terreno. Este dato es aportado por la ya mencionada ITC-BT-18, siendo nuestro caso el segundo de la siguiente tabla.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 4: Valor medio de la resistividad en función del terreno

Conociendo el valor de la resistividad, calculamos la longitud de la pica en función de la siguiente tabla:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m)	

Tabla 5: Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad y las características del electrodo

2.4 Dimensionado de los circuitos de la instalación

2.4.1 Potencia instalada

La distribución de circuitos interiores y la potencia instalada de nuestra vivienda se ha calculado siguiendo las prescripciones de la ITC-BT-25, aunque hay ciertos cambios que posteriormente se expondrán.

CIRCUITO	POTENCIA PREVISTA POR TOMA (W)	F.SIMULTANEIDAD (FS)	F.UTILIZACIÓN(FU)	TIPO DE TOMA	Nº DE TOMAS	POTENCIA TOTAL(W)
C1: ILUMINACIÓN INTERIOR	11	0,75	0,5	Punto de luz	33	136,125
C2: TOMAS DE USO GENERAL	3450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	20	3450
C3: COCINA Y HORNO	5400	0,5	0,75	Base 25A 2p+T	2	4050
C4: LAVADORA, LAVAVAJILLAS Y TERMO ELÉCTRICO	3450	0,66	0,75	Base 25A 2p+T	3	5123,25
C5: TOMAS DE BAÑO Y CUARTO DE COCINA	3450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	4	2760
C6: ILUMINACIÓN INTERIOR 2	11	0,75	0,5	Punto de luz	33	136,125
C7: ILUMINACIÓN EXTERIOR	24	0,75	0,5	Punto de luz	30	270
C8: ILUMINACIÓN EXTERIOR 2	68	0,75	0,5	Punto de luz	11	280,5
C9: AIRE ACONDICIONADO	4040	-	-	-	-	4040
C10: SECADORA	3450	1	0,75	Base 16A 2p+T	1	2587,5
C11: ILUMINACIÓN PISCINA	20	1	0,5	Punto de luz	4	40
C12: TOMAS DE BAÑO Y CUARTO DE COCINA 2	3450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	4	2760
Potencia Total = 25633,5 W						

Tabla 6: Potencia instalada por circuito y características

La distribución de los circuitos interiores sigue la misma estructura establecida por la instrucción complementaria mencionada anteriormente. No obstante, hemos tenido que añadir algunos circuitos como es el caso de los relacionados con la iluminación. Estos son los circuitos C6, C7, C8 y C11. El primero de ellos es un circuito auxiliar para las luminarias del interior de la vivienda, mientras que los dos siguientes corresponden a la iluminación exterior, por los que se ha decidido separarlos eléctricamente. El circuito C11 está destinado a la iluminación de la piscina, por lo que tiene unas características concretas que serán explicadas a continuación.

Dicho circuito alimenta las luminarias de la piscina, siendo ésta un volumen peligroso. De esta manera, se ha separado eléctricamente del resto de circuitos y además de estar dotado de toda la protección comentada en la memoria descriptiva, las luminarias trabajan a muy baja tensión de seguridad (MBTS), por lo que es necesario un transformador 230/12 V.

Por último, el circuito C12 se ha dispuesto como apoyo para las tomas de baño y cuarto de cocina, evitando así una caída de tensión excesiva en el circuito C5.

2.4.2 Cálculo y dimensionado de la acometida, derivación individual y líneas interiores

En este apartado se recogerán todos los cálculos relacionados al dimensionado de los diferentes circuitos de la instalación, así como las canalizaciones seleccionadas.

CIRCUITO	INSTALACIÓN REFERENCIA	POT. INST. (W)	LONGITUD (M)	INTENSIDAD (A)	SECCIÓN (MM ²)
ACOMETIDA	D	9200	10	41,2	10
DERIVACIÓN INDIVIDUAL	D	9200	5	41,2	10
C1: ILUMINACIÓN	B	136,125	65	0,7	1,5
C2: TOMAS DE USO GENERAL	B	3450	55	18,8	6
C3: COCINA Y HORNO	B	4050	5	22	6
C4: LAVADORA, LAVAVAJILLAS Y TERMO ELÉCTRICO	B	5123,25	15	27,8	4
C5: TOMAS DE BAÑO Y CUARTO DE COCINA	B	2760	20	15	2,5

C6: ILUMINACIÓN INTERIOR 2	B	136,125	60	0,7	1,5
C7: ILUMINACIÓN EXTERIOR	B	270	130	1,3	1,5
C8: ILUMINACIÓN EXTERIOR 2	B	280,5	110	1,4	1,5
C9: AIRE ACONDICIONADO	B	4040	25	22	6
C10: SECADORA	B	2587,5	10	14,1	2,5
C11: ILUMINACIÓN PISCINA	B	40	15	0,2	1,5
C12: TOMAS DE BAÑO Y CUARTO DE COCINA	B	2760	10	15	2,5

Tabla 7: Cálculo y dimensionamiento de cada circuito (I)

CIRCUITO	INTENSIDAD MÁXIMA (A)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	TEMP. DEL CONDUCTOR (°C)	PROTECCIÓN SOBRECARGA (A)	RCC (Ω)	ICC (A)
ACOMETIDA	72,5	0,79	29,48			
DERIVACIÓN INDIVIDUAL	72,5	0,40	29,48	63	0,018	10304,0
C1: ILUMINACIÓN	21	0,51	25,02	6	1,548	118,9
C2: TOMAS DE USO GENERAL	49	2,72	27,20	25	0,327	562,0
C3: COCINA Y HORNO	49	0,29	28,03	25	0,030	6182,4
C4: LAVADORA, LAVAVAJILLAS Y TERMO ELÉCTRICO	38	1,65	33,05	32	0,134	1373,9
C5: TOMAS DE BAÑO Y CUARTO DE COCINA	29	1,90	29,01	25	0,286	644,0
C6: ILUMINACIÓN INTERIOR 2	21	0,47	25,02	6	1,429	128,8
C7: ILUMINACIÓN EXTERIOR	21	1,79	25,06	6	3,095	59,4
C8: ILUMINACIÓN EXTERIOR 2	21	1,57	25,06	6	2,619	70,3
C9: AIRE ACONDICIONADO	49	1,45	28,01	25	0,149	1236,5
C10: SECADORA	29	0,89	28,53	25	0,143	1288,0
C11: ILUMINACIÓN PISCINA	21	0,03	25,00	6	0,357	515,2
C12: TOMAS DE BAÑO Y CUARTO DE COCINA	29	0,95	29,01	25	0,143	1288,0

Tabla 8: Cálculo y dimensionamiento de cada circuito (II)

Estas dos tablas agrupan los datos más importantes resultantes de los cálculos relacionados con la instalación eléctrica. En primer lugar, para el cálculo de las intensidades relacionadas a la acometida y derivación individual hemos empleado un factor de corrección de 1,04 debido a la temperatura media del terreno de Adeje, un factor de corrección de 0,8 por estar enterrados en el interior de tubos y otro factor de corrección de 0,99 por estar enterrados a 0,8 metros de profundidad. El diámetro de las

canalizaciones de la acometida y la derivación individual se han obtenido de la ITC-BT-21, concretamente de la siguiente tabla:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Tabla 9: Diámetros para canalizaciones enterradas en función de la sección de los conductores

No obstante, para el diámetro de la canalización perteneciente a la derivación individual, hemos tenido en cuenta una posible ampliación de la sección de un 100% por lo que el diámetro asciende a 90 mm, tal y como se expuso en la memoria descriptiva.

Con respecto a las secciones, éstas han sido estipuladas en base a la ITC-BT-19. El montaje de las líneas interiores es del tipo B, es decir, empotrado en obra, por lo que

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

Tabla 10: Diámetros para canalizaciones empotradas en función de la sección de los conductores

los diámetros para este tipo de circuitos se han establecido en función de la siguiente tabla de la ITC-BT-21.

De esta manera, los diámetros de todas las canalizaciones de la instalación eléctrica serían los siguientes:

CIRCUITOS	SECCIÓN (MM ²)	DIÁMETRO (MM)
ACOMETIDA	10	63
DERIVACIÓN INDIVIDUAL	10	90
C1	1,5	12
C2	6	12
C3	6	12
C4	4	12
C5	2,5	12
C6	1,5	12
C7	1,5	12
C8	1,5	12
C9	6	12
C10	2,5	12
C11	1,5	12
C12	2,5	12

Tabla 11: Sección y diámetro de los diferentes circuitos

2.4.4 Cálculo y dimensionado de la toma de tierra

Tal y como se explicó en el apartado 2.3 de esta memoria, el tipo de terreno en el que se sitúa nuestra vivienda es poco fértil, por lo que posee una resistividad media de 500 Ω·m. El tipo de electrodo usado en esta parte de la instalación es la pica vertical, cuya longitud será de dos metros. Así, la resistencia de cada pica será la siguiente:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{500}{2} = 250\Omega$$

Conectando dos picas en paralelo, calculamos la resistencia equivalente de puesta tierra.

$$\frac{1}{R_{pt}} = \frac{1}{R_{pica1}} + \frac{1}{R_{pica2}} + \frac{1}{R_{pica3}} + \frac{1}{R_{pica4}}$$

Como todas las picas tienen la misma resistencia, obtenemos una resistencia de puesta a tierra de 62,5 Ω .

2.4.5 Dimensionado de las protecciones diferenciales

Para dimensionar las protecciones diferenciales, primero calculamos las corrientes de fuga en función de las tensiones máximas de contacto permitidas, las cuales dependen del tipo del local. En nuestro caso, tenemos que estudiar el caso del local seco y húmedo, ya que nos encontramos con ambos tipos en nuestra vivienda.

Para el caso de locales secos, la tensión máxima permitida es de 50 V:

$$I = \frac{V_{\text{permitida}}}{R_{\text{pt}}} = \frac{50}{62,5} = 0,8 \text{ A}$$

En el caso de los locales húmedos, la tensión máxima permitida es de 24 V:

$$I = \frac{24}{62,5} = 0,384 \text{ A}$$

A pesar de realizar estos cálculos, la sensibilidad de la protección diferencial existente en nuestra instalación será de 30 mA, por lo que nunca se alcanzarán los valores de corriente de fuga antes calculados.

2.5 Elementos de la instalación

2.5.1 Acometida

La acometida ha sido dimensionada en base a las prescripciones de la ITC-BT-11 y de la ITC-BT-07. Esta parte de la instalación cumple con el 1,5% de caída de tensión máxima exigido.

2.5.2 Caja general de protección y medida

La caja general de protección y medida ha sido dimensionada en función de la ITC-BT-13. En su interior se encontrarán todos los elementos protectores de nuestra instalación de enlace, así como los equipos de medida.

2.5.3 Equipos de medida

Como se comentó anteriormente, los equipos de medida se ubicarán en la caja general de protección debido a la inexistencia de LGA y a que la instalación tiene una potencia contratada inferior a 15 kW.

2.5.4 Derivación individual

La derivación individual se ha dimensionado en base a las prescripciones de la ITC-BT-15, siendo el montaje subterráneo y lo más corto posible. Las características del conductor se han establecido en base a la ITC-BT-07. Además, se cumple con el 1,5% de caída de tensión máximo exigido.

2.5.5 Dispositivo de control de potencia

El calibre seleccionado para nuestro interruptor de control de potencia (ICP) es el máximo soportado por nuestra instalación de 9200 W, tal y como se ve en la siguiente tabla:

Tabla de potencias activas normalizadas								
Intensidad (A)	Potencias normalizadas (kW)							
	Monofásicos				Trifásicos			
	U=127 V	U=133 V	U=220 V	U=230 V	3x127/220 V	3x133/230 V	3x220/380 V	3x230/400 V
1,5	0,191	0,200	0,330	0,345	0,572	0,598	0,987	1,039
3	0,381	0,399	0,660	0,690	1,143	1,195	1,975	2,078
3,5	0,445	0,466	0,770	0,805	1,334	1,394	2,304	2,425
5	0,635	0,665	1,100	1,150	1,905	1,992	3,291	3,464
7,5	0,953	0,998	1,650	1,725	2,858	2,988	4,936	5,196
10	1,270	1,330	2,200	2,300	3,811	3,984	6,582	6,928
15	1,905	1,995	3,300	3,450	5,716	5,976	9,873	10,392
20	2,540	2,660	4,400	4,600	7,621	7,967	13,164	13,856
25	3,175	3,325	5,500	5,750	9,526	9,959	16,454	17,321
30	3,810	3,990	6,600	6,900	11,432	11,951	19,745	20,785
35	4,445	4,655	7,700	8,050	13,337	13,943	23,036	24,249
40	5,080	5,320	8,800	9,200	15,242	15,935	26,327	27,713
45	5,715	5,985	9,900	10,350	17,147	17,927	29,618	31,177
50	6,350	6,650	11,000	11,500	19,053	19,919	32,909	34,641
63	8,001	8,379	13,860	14,490	24,006	25,097	41,465	43,648

Tabla 12: Valores normalizados para distintos ICP

2.5.6 Dispositivos generales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se han dimensionado en base a sus correspondientes instrucciones complementarias. El interruptor general automático (IGA) posee un calibre de 63 A capaz de proteger a los circuitos interiores de sobrecargas.

Se han dispuesto interruptores diferenciales agrupando circuitos con una sensibilidad de 30 mA tal y como lo establece la ITC-BT-24.

Para cada circuito se han asignado interruptores automáticos de protección magnetotérmica, siguiendo las prescripciones de la ITC-BT-17.

2.5.7 Instalación interior

Las instalaciones interiores se han dimensionado en función de la ITC-BT-25 y la ITC-BT-19, cumpliendo todos los circuitos con el 3% de caída de tensión máxima exigido. En caso del circuito que alimenta la iluminación de la piscina, se ha dimensionado en base a la ITC-BT-31 al considerarse la piscina un volumen peligroso.

El tipo de canalizaciones es empotrado en la pared evitando así cualquier posible contacto del usuario con los conductores. La distribución física de los circuitos está reflejada en los planos correspondientes.

2.5.8 Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra ha sido dimensionada siguiendo la ITC-BT-18. La situación de esta parte de la instalación se encuentra frente en la acera que está frente a la puerta de acceso de la vivienda, tal y como se refleja en los planos correspondientes.

2.5.9 Canalizaciones

Las canalizaciones de nuestra instalación se han dimensionado en base a las prescripciones de la ITC-BT-21 en función del tipo de montaje, en nuestro caso empotrado en obra o enterrado.

3. Agua caliente sanitaria

3.1 Contribución solar mínima

El objetivo de una instalación de agua caliente sanitaria es satisfacer la mayor demanda energética posible. Según el CTE-HE-4, la contribución solar mínima tendrá que cubrir un porcentaje de la demanda total anual de nuestra vivienda. Según la figura que se muestra a continuación, Canarias pertenece a la zona climática V y teniendo en cuenta que la demanda de ACS de nuestra vivienda es de 120 litros al día, observamos que la contribución solar mínima debe ser del 70%.

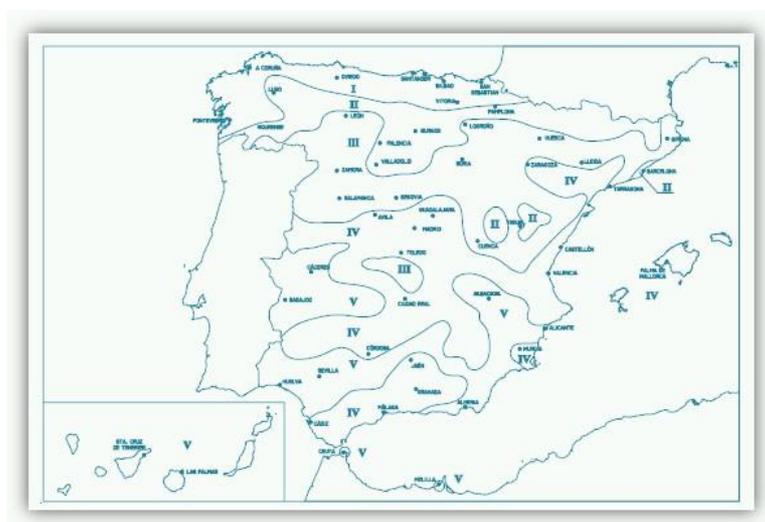


Figura 1: Zonificación climática

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Tabla 13: porcentaje de contribución solar mínima dependiendo de la demanda de ACS y la zona climática

3.2 Necesidad de agua caliente sanitaria

Tal y como se establece en la memoria descriptiva, dispondremos de cuatro consumidores diarios en nuestra vivienda.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 14: Asignación de litros de ACS en función del local

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, se tomará una medida unitaria de 30 litros de ACS por usuario y día a 60°C, por lo que para calcular el consumo medio diario de ACS a 60°C nos basta con multiplicar el número de personas que vivirán en nuestra casa por el valor obtenido de la anterior tabla.

De esta manera, obtendríamos un consumo total por día de 120 litros. Con este parámetro podemos calcular el consumo mensual y anual de litros de agua caliente sanitaria requeridos en nuestra vivienda.

	DIAS	CONSUMO/MES
ENERO	31	3720
FEBRERO	28	3360
MARZO	31	3720
ABRIL	30	3600
MAYO	31	3720
JUNIO	30	3600
JULIO	31	3720
AGOSTO	31	3720
SEPTIEMBRE	30	3600
OCTUBRE	31	3720
NOVIEMBRE	30	3600
DICIEMBRE	31	3720
ANUAL	365	43800

Tabla 15: Consumo mensual de ACS

3.3 Superficie de captación

Partiendo de la base de que el consumo diario de agua caliente sanitario es de 120 litros y que la capacidad del captador seleccionado para nuestra vivienda es de 160 litros, se deduce que el número de captadores necesarios es la relación entre el consumo total y la capacidad del captador.

$$N^{\circ} \text{ captadores} = \frac{\text{consumo diario}}{\text{capacidad captador}} = \frac{120}{160} = 0,75 \text{ captadores}$$

Entonces, la superficie total de captación será la multiplicación del número de captadores necesarios por la superficie útil de captación, que en nuestro caso es de 2,1 m².

$$\text{Sup. total captación} = n^{\circ} \text{ captadores} \cdot \text{sup. útil captación} = 0,75 \cdot 2,1 = 1,575 \text{ m}^2$$

Dado a los cálculos realizados, llegamos a la conclusión de que con la existencia de un solo captador de 160 litros Aquae Domus se cumple con la superficie total de captación necesaria para nuestro proyecto.

3.4 Pérdidas por orientación y sombras

Para calcular las pérdidas debido a la orientación e inclinación de nuestra instalación situada a 0° acimut y con un ángulo de inclinación de 35° hay que utilizar la siguiente figura presente en el DB-4-20.

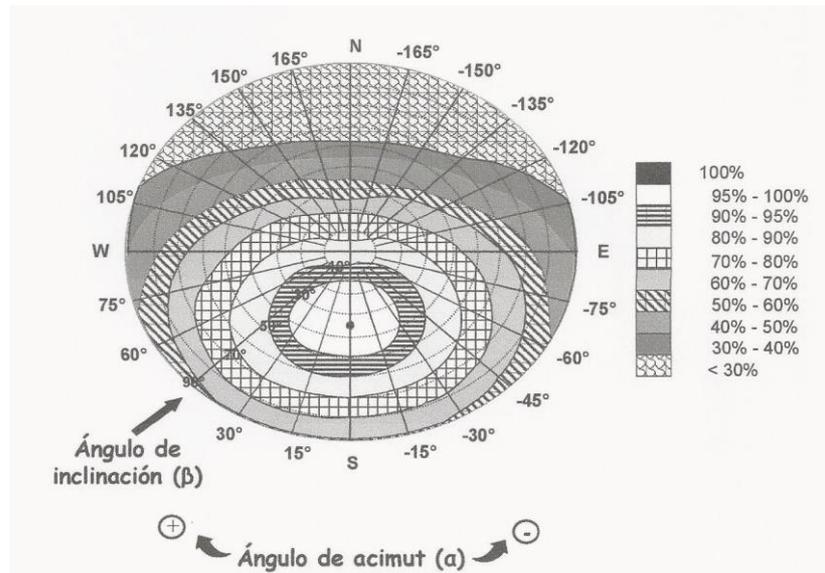


Figura 2: Límites de inclinación

Sabiendo que el municipio de Adeje tiene una latitud aproximada de 28° y con un ángulo de acimut de 0° , se determinan los límites de inclinación para el caso de $\varphi=41^\circ$. De la figura obtenemos, que la inclinación máxima es de 60° , mientras que la mínima es de 7° . A continuación, corregimos la latitud para el lugar, obteniendo:

$$\text{Inclinación máxima: } 60^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = 27^\circ$$

Inclinación mínima: $7^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = -6^\circ$, este ángulo está fuera de alcance por lo que se toma una inclinación mínima de 0° .

Una vez realizados estos cálculos, se comprueba que nuestra inclinación de 35° está dentro de los límites establecidos, por lo que cumple los requisitos del DB-HE-3.

Con respecto a la pérdida de radiación solar por sombra, ésta se considera despreciable puesto que en la cubierta de nuestra vivienda no hay ningún objeto orientado al sur que cree alguna sombra que afecte a nuestro captador solar térmico.

4. Instalación fotovoltaica

4.1 Demanda energética

El dimensionado de la instalación fotovoltaica dependerá en gran medida de la demanda energética que se quiera atender. En nuestro caso, la instalación fotovoltaica

tiene como objetivo servir de apoyo para el consumo eléctrico y reducir así la energía obtenida de la empresa distribuidora.

Para hacer los cálculos lo más fiel posible a la realidad hemos utilizado facturas reales de consumo de una vivienda unifamiliar muy parecida a la proyectada en este documento. No obstante, hemos tenido que añadir el consumo de aire acondicionado en los meses de verano. Además, para los cálculos relacionados a la instalación fotovoltaica hemos añadido un factor de seguridad de un 20%. Los valores de consumo mensual están presentes en el apartado 6.4 de la memoria descriptiva.

Además del consumo, es necesario conocer las horas de sol pico (HSP), parámetro que mide la irradiación solar de manera mensual. En nuestro caso, hemos relacionado este parámetro con el consumo mensual para ver cuál sería el mes de mayor exigencia para nuestra instalación fotovoltaica. Además, este parámetro depende del ángulo de inclinación (β) que tengan nuestros módulos, por lo que analizaremos también cuál es el más favorable.

RELACIÓN CONSUMO/HSP			
MES	$\beta=25^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=35^\circ$
JULIO 16'	191,67	198,14	181,31
AGOSTO 16'	158,76	161,96	160,80
SEPTIEMBRE 16'	175,67	175,67	192,73
OCTUBRE 16'	188,61	187,13	203,39
NOVIEMBRE 16'	308,76	303,65	312,27
DICIEMBRE 16'	321,32	313,08	307,17
ENERO 17'	368,50	363,14	346,04
FEBRERO 17'	310,69	311,46	296,74
MARZO 17'	223,95	226,14	200,97
ABRIL 17'	161,06	164,24	153,22
MAYO 17'	152,80	157,69	154,72
JUNIO 17'	193,11	201,80	182,44

Tabla 16: Relación consumo/HSP en función del ángulo de inclinación

Como se puede observar en la tabla anterior, el mes más desfavorable para los tres ángulos estudiados es el mes de enero. No obstante, con un ángulo de inclinación de 35°

se obtiene el menor valor de los tres, por lo que escogeremos dicho valor, ya que de los casos más desfavorables es el que menos exigencia demandaría a la instalación fotovoltaica. Lo más apropiado sería variar el ángulo de inclinación para cada mes, pero vamos a realizar el dimensionado con un único valor.

4.2 Dimensionado de la instalación

Con los datos de demanda energética e irradiación solar expuestos anteriormente somos capaces de dimensionar nuestra instalación fotovoltaica. Como se explicó en la memoria descriptiva, el objetivo de dicha instalación no es generar toda la energía eléctrica que se consume en la vivienda unifamiliar, sino ser un apoyo. De esta manera, se ha decidido dimensionar la instalación fotovoltaica para que genere 5 kWh, abarcando más de un tercio de la demanda energética.

Los datos referentes a los distintos dispositivos se han extraído de las correspondientes fichas técnicas.

En primera instancia, para iniciar los cálculos debemos tener en cuenta el rendimiento de los diferentes elementos de la instalación fotovoltaica. El rendimiento del regulador será de 0,95, el de las baterías de 0,94 y el del inversor de 0,96, por lo que nos quedaría un consumo anual estimado de:

$$C_{ae} = \frac{5000 \text{ kWh}}{0,95 \cdot 0,94 \cdot 0,96} = 5832,40 \text{ kWh}$$

Si este valor lo dividimos entre 365 obtendremos el consumo diario estimado.

$$C_{de} = \frac{C_{ae}}{365} = \frac{5832,4}{365} = 15,98 \text{ kWh}$$

Con estos parámetros ya calculados, el número de módulos necesarios para nuestra instalación se expresa de la siguiente manera. Cabe destacar que este primer caso lo vamos a realizar en base al mes crítico, en nuestro caso enero, para asegurarnos que la instalación sea capaz de generar la energía prevista en cualquiera de los casos.

$$N^{\circ} \text{ módulos} = \frac{Cde}{P_{mpp} \cdot HSP_{crít} \cdot PR}$$

Donde:

P_{mpp} : potencia pico del módulo seleccionado

$HSP_{crít}$: hora de sol pico del mes crítico

PR : factor global de funcionamiento (0,9)

$$N^{\circ} \text{ módulos} = \frac{15980}{290 \cdot 3,61 \cdot 0,9} = 16,96 \rightarrow 17 \text{ módulos}$$

El número de módulos necesarios para este caso sería de 17, viendo a continuación el modo en el que se van a conectar.

$$N_{serie} = \frac{V_{bat}}{V_{mod, mpp}} = \frac{48}{39,6} = 2$$

Donde:

V_{bat} : tensión de trabajo de la batería (48 V en nuestro caso)

$V_{mod, mpp}$: tensión en el punto de máxima potencia del módulo

De esta manera, la conexión de nuestros módulos se hará en dos ramas: una de nueve placas y otra de ocho.

Por otro lado, si dimensionamos la instalación en función de la irradiancia solar media que recibirían nuestras placas, el número de módulos sería el siguiente:

$$N^{\circ} \text{ módulos} = \frac{Cde}{P_{mpp} \cdot HSP_{med} \cdot PR} = \frac{15980}{290 \cdot 5,38 \cdot 0,9} = 11,38 \rightarrow 12 \text{ módulos}$$

Para este caso, la instalación estaría formada por dos ramas de seis módulos cada una. El número de módulos es menor, por lo que la inversión sería menor pero los meses en los que las horas de sol pico no sean las suficientes, no se asegura la generación de energía prevista.

A continuación, se expondrán los cálculos realizados para dimensionar los conductores pertenecientes a la instalación fotovoltaica. Para dicho dimensionado, finalmente hemos escogido la opción de 12 módulos, ya que con la otra opción en meses de verano o buenas condiciones meteorológicas se generaría más energía de la necesaria.

En primer lugar, se dimensionará el conductor que conecta los módulos con el dispositivo Ampere Square. Este conductor transportará corriente continua, por lo que la sección se calcula de la siguiente manera:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta V \cdot C}$$

Donde:

L: longitud del cable

I: corriente máxima que circulará por el conductor

ΔV : caída de tensión máxima (1,5% según el IDAE)

C: conductividad del cobre

La intensidad y la caída de tensión anteriores se han calculado de la siguiente forma:

$$I1 = n^{\circ}módulos \cdot I_{sc} = 6 \cdot 9,75 = 58,5A$$

$$I2 = n^{\circ}módulos \cdot I_{sc} = 6 \cdot 9,75 = 58,5A$$

$$\Delta V = 1,5\% \cdot V_{mod, mpp} = 0,015 \cdot 39,6 = 0,594V$$

Vamos a dimensionar la sección de los conductores de ambas ramas de paneles, siendo la única diferencia la longitud del conductor. En primer lugar, tenemos una longitud de 5 metros.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta V \cdot C} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 58,5}{0,594 \cdot 44} = 22,38 \text{ mm}^2$$

De esta manera, la sección del conductor seleccionada es de 25 mm². El cable será de cobre con aislamiento 0,6/1 kV y cubierta de PVC y el diámetro de la canalización tendrá un valor de 25 mm.

Para la segunda rama de placas solares, el conductor tiene una longitud de 15 metros, por lo que:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta V \cdot C} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 58,5}{0,594 \cdot 44} = 67,15 \text{ mm}^2$$

De esta manera, la sección del conductor seleccionada es de 70 mm². El cable será de cobre con aislamiento 0,6/1 kV y cubierta de polietileno reticulado (XLPE) y el diámetro de la canalización tendrá un valor de 32 mm.

Por el otro lado, el conductor de corriente alterna de la instalación fotovoltaica irá desde el dispositivo Ampere Square hasta el cuadro general de mando y protección. La intensidad nominal de este conductor será:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5000}{230 \cdot 0,8} = 27,17 \text{ A}$$

Donde:

P: potencia máxima que va a transportar el cable

V: tensión de línea de la red

cosφ: factor de potencia

La sección del conductor se calculará de la siguiente manera:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\Delta V \cdot C \cdot V} = \frac{2 \cdot 5000 \cdot 11}{0,02 \cdot 230 \cdot 44 \cdot 230} = 2,36 \text{ mm}^2$$

Donde:

P: potencia máxima que va a transportar el conductor

L: longitud

ΔV: caída de tensión (2%)

C: conductividad del cobre

V: tensión de línea de la red

Por lo tanto, la sección seleccionada para este conductor es de 4 mm^2 , soportando una intensidad máxima de 38 A. El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) con una tensión de asignada de 0,6/1 kV y la canalización tendrá un diámetro de 12 mm.

VIABILIDAD ECONÓMICA

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Objeto.....	pág. 5
2. Análisis de inversión y retornos.....	pág. 5

1. Objeto

El objeto de esta parte de la memoria es analizar la viabilidad económica de la inversión que supondría realizar la instalación de agua caliente sanitaria y la instalación fotovoltaica. Para este estudio, hemos hecho uso de facturas reales de una vivienda muy similar a la proyectada en este documento. De la misma manera, emplearemos técnicas y fórmulas financieras para obtener de una manera precisa los resultados correspondientes.

2. Análisis de inversión y retornos

Como se expuso en la memoria descriptiva, el consumo anual de energía eléctrica es de 13454,4 kWh, conllevando a un gasto anual aproximado de 2116,32 euros.

No obstante, de la demanda total energética anterior habría que descontar la energía que se generará mediante la instalación fotovoltaica y la energía que nos ahorraremos con la instalación de agua caliente sanitaria. Como hemos previsto, la instalación fotovoltaica será capaz de generar 5 kWh, mientras que el consumo eléctrico destinado al agua caliente sanitaria corresponde con una media de 2 kWh anuales. De este modo, obtenemos un consumo energético de 6454,4 kWh., teniendo que pagar, para este caso, 1216,31 euros al año.

De esta manera, la diferencia de consumos energéticos da lugar a un ahorro de 900 euros anuales.

A continuación, se mostrará una tabla con las diferentes inversiones realizadas en las instalaciones correspondientes.

PRODUCTO	PRECIO/UNIDAD (EUROS)	PRECIO TOTAL (EUROS)
AMPERE SQUARE 6.5	8000	8000
AQUAE DOMUS (GAMESA SOLAR)	1200	1200
PLACAS SUNMODULE 290W MONO (X12)	265	3180
	TOTAL = 12380 EUROS	

Tabla 1: Inversión realizada para las diferentes instalaciones

A priori, recuperaríamos la inversión realizada en 14 años. No obstante, para la viabilidad de nuestra inversión, haremos uso del parámetro TIR (Tasa Interna de Retorno) que nos ofrece la rentabilidad de un periodo de tiempo determinado. Esta rentabilidad se calcula para el valor de VAN (Valor Actual Neto) igual a cero. Por lo tanto, necesitamos conocer la fórmula del VAN, que es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + \tau)^t}$$

Donde:

I_0 : inversión inicial.

CF_t : Flujo de caja para el periodo t .

n : número de periodos.

τ : tipo de interés.

Si igualamos el VAN a cero y despejamos el tipo de interés, obtendremos el valor del TIR correspondiente a nuestra inversión. Considerando un periodo de 15 años, una inversión inicial de 12380 euros y un flujo de caja constante de 900 euros por cada periodo, el resultado de nuestra rentabilidad y por tanto del TIR es del 1,1%, por lo que nuestra inversión será rentable en 15 años, ya que el valor del TIR es mayor que la unidad.

Por otro lado, podría considerarse la utilización de productos similares, pero con precios inferiores, ya que los productos que hemos utilizado son los líderes en sus respectivos sectores y, por tanto, los más caros. Debido a la gran oferta de productos existente en el mercado, se han considerado las siguientes variaciones de precio.

PRODUCTO	PRECIO/UNIDAD (EUROS)	PRECIO TOTAL (EUROS)
AMPERE SQUARE 6.5 (O SIMILAR)	5200 (35% menos)	5200
AQUAE DOMUS (GAMESA SOLAR) (O SIMILAR)	720 (35% menos)	780
PLACAS SUNMODULE 290W MONO (X12) (O SIMILAR)	212 (20% menos)	2544
TOTAL = 8524 EUROS		

Tabla 2: Inversión realizada suponiendo la rebaja de los productos

Teniendo en cuenta esta posibilidad, la inversión inicial disminuiría a 8524 euros. Si el flujo de caja se mantiene en 900 euros al año, se podría decir que, a priori, la inversión se recuperaría en 9 años. No obstante, para que el TIR sea superior a 1 y, por tanto, la inversión sea rentable, se necesitaría un periodo de 10 años. En conclusión, con este caso, la inversión se recuperaría 5 años antes que la primera opción analizada.

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Generalidades.....	pág. 8
1.1 Ámbito.....	pág. 8
1.2 Partidas y dimensiones.....	pág. 8
1.3 Condiciones generales de los materiales de obra.....	pág. 8
1.4 Documentos de obra.....	pág. 8
1.5 Legislación social.....	pág. 9
1.6 Seguridad pública.....	pág. 9
1.7 Normativa de aplicación.....	pág. 9
2. Condiciones de índole facultativa.....	pág. 11
2.1 Definiciones.....	pág. 11
2.2 Oficina de obra.....	pág. 16
2.3 Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.....	pág. 16
2.4 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	pág. 16
2.5 Reclamaciones contra las órdenes del Ingeniero-Director.....	pág. 17
2.6 Recusación por el contratista de la dirección facultativa.....	pág. 17
2.7 Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe.....	pág. 17
2.8 Daños materiales.....	pág. 17
2.9 Responsabilidad civil.....	pág. 18
2.10 Accesos y vallado de las obras.....	pág. 18
2.11 Replanteo.....	pág. 18
2.12 Orden de los trabajos.....	pág. 19
2.13 Facilidades para otros contratistas.....	pág. 19
2.14 Libro de órdenes.....	pág. 19
2.15 Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	pág. 20
2.16 Ampliación del proyecto por causas imprevistas.....	pág. 20
2.17 Prórrogas por causas de fuerza mayor.....	pág. 20
2.18 Obras ocultas.....	pág. 21
2.19 Trabajos defectuosos.....	pág. 21
2.20 Modificación de trabajos defectuosos.....	pág. 21
2.21 Vicios ocultos.....	pág. 21
2.22 Materiales y su procedencia.....	pág. 22

2.23	Presentación de muestras.....	pág. 22
2.24	Materiales no utilizados.....	pág. 22
2.25	Materiales y equipos defectuosos.....	pág. 22
2.26	Medios auxiliares.....	pág. 23
2.27	Limpieza de las obras.....	pág. 23
2.28	Comprobación de las obras.....	pág. 23
2.29	Obras sin prescripciones.....	pág. 23
2.30	Acta de recepción.....	pág. 23
2.31	Normas para las recepciones provisionales.....	pág. 24
2.32	Documentación final.....	pág. 24
2.33	Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	pág. 25
2.34	Medición definitiva de los trabajos.....	pág. 25
2.35	Recepción definitiva de las obras.....	pág. 26
2.36	De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	pág. 26
2.37	Plazo de garantía.....	pág. 26
2.38	Prórroga del plazo de garantía.....	pág. 27
3.	Condiciones de índole económica.....	pág. 27
3.1	Base fundamental.....	pág. 27
3.2	Garantía.....	pág. 27
3.3	Fianza.....	pág. 27
3.4	Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	pág. 28
3.5	De su devolución en general.....	pág. 28
3.6	De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales.....	pág. 29
3.7	Revisión de precios.....	pág. 29
3.8	De la revisión de los precios contratados.....	pág. 29
3.9	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	pág. 30
3.10	Descomposición de los precios unitarios.....	pág. 30
3.11	Precios e importes de ejecución material.....	pág. 31
3.12	Precios e importes de ejecución por contrata.....	pág. 32
3.13	Gastos generales y fiscales.....	pág. 32
3.14	Gastos imprevistos.....	pág. 32
3.15	Beneficio industrial.....	pág. 33
3.16	Honorarios de la dirección técnica y facultativa.....	pág. 33
3.17	Gastos por cuenta del contratista.....	pág. 33

3.18 Precios contradictorios.....	pág. 34
3.19 Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	pág. 34
3.20 Abono de las obras.....	pág. 34
3.21 Abono de trabajos presupuestados por partida alzada.....	pág. 35
3.22 Abonos de otros trabajos no contratados.....	pág. 35
3.23 Abono de trabajos ejecutados en el periodo de garantía.....	pág. 35
3.24 Obras no terminadas.....	pág. 36
3.25 Certificaciones.....	pág. 36
3.26 Demora en los pagos.....	pág. 37
3.27 Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos.....	pág. 37
3.28 Mejoras y aumentos.....	pág. 38
3.29 Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	pág. 38
3.30 Rescisión del contrato.....	pág. 38
3.31 Seguro de las obras.....	pág. 39
3.32 Conservación de las obras.....	pág. 39
3.33 Uso por el contratista de la edificación o bienes del propietario.....	pág. 39
3.34 Pago de arbitrios e impuestos.....	pág. 40
3.35 Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción y montaje de instalaciones.....	pág. 40
4. Condiciones de índole legal.....	pág. 40
4.1 Documentos del proyecto.....	pág. 40
4.2 Plan de obra.....	pág. 41
4.3 Planos.....	pág. 41
4.4 Especificaciones.....	pág. 41
4.5 Objeto de los planos y especificaciones.....	pág. 41
4.6 Divergencias entre los planos y especificaciones.....	pág. 41
4.7 Errores en los planos y especificaciones.....	pág. 42
4.8 Adecuación de planos y especificaciones.....	pág. 42
4.9 Instrucciones adicionales.....	pág. 42
4.10 Copias de los planos para realización de los trabajos.....	pág. 42
4.11 Propiedad de los planos y especificaciones.....	pág. 42
4.12 Contrato.....	pág. 42
4.13 Contratos separados.....	pág. 43

4.14 Subcontratos.....	pág. 43
4.15 Adjudicación.....	pág. 43
4.16 Subastas y Concursos.....	pág. 43
4.17 Formalización del contrato.....	pág. 44
4.18 Responsabilidad del contratista.....	pág. 44
4.19 Trabajos durante una emergencia.....	pág. 44
4.20 Suspensión del trabajo por el propietario.....	pág. 44
4.21 Derecho del propietario a rescisión del contrato.....	pág. 45
4.22 Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad.....	pág. 45
4.23 Derechos del contratista para cancelar el contrato.....	pág. 45
4.24 Causas de rescisión del contrato.....	pág. 45
4.25 Devolución de la fianza.....	pág. 46
4.26 Plazo de entrega de las obras.....	pág. 46
4.27 Daños a terceros.....	pág. 46
4.28 Policía de obra.....	pág. 46
4.29 Accidentes de trabajo.....	pág. 46
4.30 Régimen jurídico.....	pág. 47
4.31 Seguridad Social.....	pág. 47
4.32 Responsabilidad civil.....	pág. 47
4.33 Impuestos.....	pág. 47
4.34 Disposiciones legales y permisos.....	pág. 47
4.35 Hallazgos.....	pág. 48

1. Generalidades

Este Pliego de Condiciones Generales se ha redactado en base al modelo proporcionado por Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

1.1 Ámbito

El presente documento tiene como objetivo regular la ejecución de las obras e instalaciones que forman parte del proyecto en el que se incluyen. Además, también se incluirán las actividades que la Dirección Facultativa considere conveniente. El Contratista cumplirá en todo momento lo establecido en el Pliego en cuestión de calidad de materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de la obra. En cuanto a la interpretación de este documento, en caso de divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

1.2 Partidas y dimensiones

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como los materiales a utilizar, se ajustarán a lo establecido en los planos, especificaciones y mediciones en el presente proyecto. El Ingeniero-Director podrá realizar modificaciones a pie de obra si las considera oportunas.

1.3 Condiciones generales de los materiales de obra

Los materiales y la mano de obra deben satisfacer todas las condiciones expuestas en este Pliego de Condiciones Generales, así como los expuestos en los Pliegos de Condiciones Técnicas elaborados por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

1.4 Documentos de obra

En la oficina de obras se dispondrá de un ejemplar del proyecto completo y toda la normativa utilizada o a lo largo del proyecto.

1.5 Legislación Social

El Contratista tendrá la obligación de cumplir toda la legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente y de las disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social en estado vigente.

1.6 Seguridad pública

El Contratista tendrá la obligación de tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con objeto proteger a las personas y animales de peligros provenientes del trabajo.

1.7 Normativa de aplicación

Durante la realización de la obra se tendrán en cuenta las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

- Orden de 20 de mayo de 1952, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Trabajo.
- Orden de 10 de diciembre de 1953, que modifica la Orden 20 de mayo de 1952.
- Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Orden de 23 de septiembre de 1966, sobre cumplimiento del Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas.
- Decreto 1775/1967 de 22 de julio de 1967 del Ministerio de Industria derogado parcialmente por el Real Decreto 378/1977 de 25 de febrero de medidas liberalizadoras en materia de instalación, ampliación y traslado de industrias.
- Orden de 28 de agosto de 1970 del Ministerio de Trabajo. Ordenanza del trabajo para las Industrias de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Orden de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Orden de 23 de mayo de 1977. Reglamento de aparatos elevadores para obras.
- Real Decreto 2135/1980 de 26 de septiembre del Ministerio de Industria y Energía.
- Orden de 20 de septiembre de 1986, por el que se establece el modelo de libro de incidencias en obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Ley 21/1992. Ley de Industria.
- Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre por el que se dictan las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 216/1999 de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001 de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre por el que se regula la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 315/2006 de 17 de marzo por el que se crea el Consejo para Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación.

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 1/1998 de 8 de enero, de Régimen Jurídico de los Espectáculos Públicos y Actividades Clasificadas, de Presidencia del Gobierno.

2. Condiciones de índole facultativa

2.1 Definiciones

Propiedad o Propietario

Se denominará como “Propiedad” o “Propietario” a la entidad, física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente, impulsa, programa, financia y encarga, bien con recursos propios o ajenos, la redacción y ejecución las obras del presente proyecto.

La Propiedad o Propietario tendrán las siguientes obligaciones:

- Ostentar, sobre el solar o ubicación física, la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Nombrar a los técnicos proyectistas y directos de obra y de la ejecución material.
- Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.
- Facilitar la documentación e información previa necesario para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.

Antes del inicio de las obra, la Propiedad entregará al Ingeniero-Director una copia del contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto confeccionado por el Contratista y aceptado por él.

Durante la ejecución de la obra, la Propiedad no podrá en ningún omento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno.

Una vez terminadas y entregadas las obras, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización del ingeniero autor del proyecto.

Ingeniero-Director

Será la persona que, con acreditada titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las obras, siendo el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o por sus representantes.

El Ingeniero-Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Además, le corresponden las facultades expresadas a continuación:

- Redactar los complementos, rectificaciones y anexos técnicos del proyecto.
- Asistir a las obras.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de recepción.
- Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir el certificado final de la misma junto a un Aparejador o Arquitecto Técnico.

Dirección facultativa

La dirección facultativa estará formada por el Ingeniero-Director y por aquellas personas tituladas o no ejerzan, siempre bajo las órdenes directas del Ingeniero-Director, funciones de control y vigilancia.

Suministrador

Será aquella entidad o persona física o jurídica, que mediante el correspondiente contrato, realice la venta de alguno de los materiales y/o equipos empleados en el proyecto.

Contrata o Contratista

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, con los medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia podrá ser representado por un Delegado previamente acepta por parte de la Dirección Facultativa. El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero-Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo creyese oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico delegado.

Por otro lado, el Ingeniero-Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativa que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobreentiende que antes de la firma del Contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente Proyecto, para establecer una evaluación económica de los trabajo, estando conforme con ella.

Son obligaciones del contratista:

- La ejecución de las obras alcanzado la calidad exigida en el proyecto.
- Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- Designar al Jefe de Obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales correctos que su importancia requiera.

- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra.
- Firmar el acta de replante y el acta de recepción de la obra.
- Facilitar al Jefe de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente.
- Redactar el Plan de Seguridad y Salud de la obra.
- Designar al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra.
- Firmar el acta de replanteo o comienzo y el acta de recepción de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen.
- Abonar todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras.
- Preparar las certificaciones parciales de obra la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados, debidamente homologados y acreditados para el cometido de sus funciones.
- Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción prevista en el Art. 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación.

Coordinador de Seguridad y Salud

Será aquel personal técnico cualificado elegido por el Contratista que velará por el cumplimiento de las medidas precisas según normativa vigente contempladas en el Plan

de Seguridad y Salud. El Coordinador de Seguridad y Salud tendrá las siguientes funciones:

- Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.
- Adoptar aquellas decisiones técnicas y de índole organizativa con la finalidad de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y especialmente, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva recogidos en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y velar por la correcta aplicación de la metodología de los trabajos.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Las entidades de control de calidad de la edificación prestarán asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales, de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa. Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al autor del encargo.
- Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados.

2.2 Oficina de obra

El Contratista habilitará en la propia obra una oficina o local convenientemente acondicionado para que se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada. Los documentos básicos que estarán en la mencionada oficina de obra son los siguientes:

- El proyecto de ejecución.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud.
- El libro de incidencias.
- El proyecto de Control de Calidad y su libro de registro, si existiese.
- El Reglamento y Ordenanza y Seguridad y Salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en apartados posteriores.

2.3 Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales

Es obligación del Contratista el ejecutar, cuando sea posible y así se determine como necesario para la buena realización y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el presente Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra, y tipo de ejecución.

2.4 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

El Constructor podrá necesitar del Ingeniero-Director, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar algunos de los documentos del proyecto se comunicará por escrito al Contratista. Cualquiera reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por estos, habrá de

dirigirla, dentro del plazo de cinco días, al inmediato técnico superior que la hubiera dictado.

2.5 Reclamaciones contra las órdenes del Ingeniero-Director

Las reclamaciones que el Contratista desee realizar contra las órdenes facilitadas por el Ingeniero-Director, solo podrá presentarlas ante la Propiedad. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

2.6 Recusación por el contratista de la dirección facultativa

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero-Director o persona dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las obras, ni solicitar que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los trabajos de reconocimiento y mediciones.

2.7 Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe

En los supuestos de falta de respeto y de obediencia al Ingeniero-Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, incompetencia o negligencia grave que comprometan y/o perturben la marcha de los trabajos, éste podrá requerir del Contratista apartar o despedir de la obra a sus dependientes u operarios.

2.8 Daños materiales

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso edificatorio responderán frente a la Propiedad y los terceros adquirentes de las obras de los siguientes daños materiales ocasionados dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- Durante diez años, de los daños materiales causados en la edificación por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga y otros elementos estructurales.
- Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad de la L.O.E.

El Contratista también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año

2.9 Responsabilidad civil

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios como por actos u omisiones de personas por las que se debe responder. Sin embargo, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, la Propiedad responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en la edificación ocasionados por vicios o defectos de construcción.

2.10 Acceso y vallado de la obra

El Contratista dispondrá por su cuenta de todos los accesos a la obra, así como el cerramiento o vallado de esta. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá exigir su modificación o mejora.

2.11 Replanteo

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales,

dentro de los treinta días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación y será responsable que se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero-Director.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero-Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.12 Orden de los trabajos

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

Dentro de los quince días posteriores a la fecha en que notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar al Ingeniero-Director un Programa de Trabajos.

El Programa de Trabajo, una vez aprobado por el Ingeniero-Director, tendrá carácter de compromiso forma. El Ingeniero-Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas. En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para terminación de las obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

2.13 Facilidades para otros contratistas

El Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra.

2.14 Libro de órdenes

El Contratista tendrá siempre en la oficina de obra y a disposición del Ingeniero-Director un “Libro de Órdenes y Asistencia”, con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que considere oportunas para que se adopten las medidas precisas que

eviten accidentes de todo género que puedan sufrir los operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes y/o los inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificaciones habitadas.

Cada orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero-Director y el “Enterado” suscrito con la firma del Contratista o de su encargado de obra.

2.15 Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero-Director al Contratista siempre que éstas encajen en la cifra a la que ascienden los presupuestos aprobados.

2.16 Ampliación del proyecto por causas imprevistas

Cuando sea necesario ampliar el proyecto por cualquier accidente o motivo imprevisto no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones del Ingeniero-Director. El Contratista está obligado a realizar con cargo a su propio personal y con sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga los apuntalamientos, apeos, derribos recalzos o cualquier obra de carácter urgente.

2.17 Prórrogas por causas de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderá o no fuera capaz de terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del Contratista. Para ello, el Contratista expondrá al Ingeniero-Director la causa que impide la ejecución o marcha de los trabajos.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la falta de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción de que las haya solicitado por escrito y no se le hubiesen proporcionado.

2.18 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las obras, el Contratista levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se entregarán uno a la Propiedad, otro al Ingeniero-Director y el último al Contratista, firmados todos ellos por las dos últimas entidades.

2.19 Trabajos defectuosos

El Contratista deberá utilizar los materiales presentes en el proyecto que cumplan las condiciones generales y particulares de índole técnica. Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las posibles faltas o defectos que en estos puedan existir.

2.20 Modificación de trabajos defectuosos

Cuando el Ingeniero-Director advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales utilizados o los equipos y aparatos colocados no reúnan las condiciones establecidas podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del Contratista.

2.21 Vicios ocultos

Si el Ingeniero-Director tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva de la obra, la realización de ensayos, destructivos o no. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de demolición o desinstalación como consecuencia de vicios ocultos serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

2.22 Materiales y su procedencia

El Contratista tendrá la libertad de proveerse y dotarse de los materiales, equipos y aparatos de todas las clases en los puntos que estime conveniente.

De manera obligatoria, el Contratista deberá presentar al Ingeniero-Director una lista completa de materiales, equipos y aparatos que vaya a emplear en la que se especifiquen las marcas, sellos, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.23 Presentación de muestras

El Contratista presentará al Ingeniero-Director, de acuerdo con el artículo anterior, las muestras de los materiales y las especificaciones de los equipos y aparatos a utilizar, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

2.24 Materiales no utilizados

El Contratista transportará y colocará los materiales y escombros procedentes de las excavaciones, demoliciones, derribos, etc., que no sean útiles en la obra, agrupándolos en el lugar adecuado que se le designe.

2.25 Materiales y equipos defectuosos

Cuando los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones que no fuera de la calidad requerida mediante el presente Pliego de Condiciones, el Ingeniero-Director dará orden al Contratista para que los sustituya por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

Si a los quince días de recibir el Contratista la orden de retirar los elementos que no estén en condiciones, podrá hacerlo el Propietario cargando los gastos al Contratista. Si los elementos fueran de calidad inferior a la prevista pero no defectuosos y aceptables se recibirán pero con la correspondiente rebaja que el aquel determine.

2.26 Medios auxiliares

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten.

2.27 Limpieza de las obras

El Contratista tiene la obligación de mantener las obras y su entorno limpias de escombros y de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales no necesarias, así como adoptar las medidas necesarias para proporcionar un buen aspecto conjunto de la obra.

2.28 Comprobación de las obras

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán a todas las pruebas y ensayos que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero-Director. Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista.

2.29 Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los que no existan prescripciones consignadas específicamente en este Pliego, el Contratista se atenderá a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

2.30 Acta de recepción

La recepción de la obra es el acto por el que el Contratista hace entrega de la misma al Propietario y es aceptada por éste. La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por la Propiedad y el Contratista, y en la misma se hará constar:

- Las partes que intervienen.

- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción con o sin reservas.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.
- Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Ingeniero-Director de obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

La Propiedad podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adapta a las condiciones contractuales.

2.31 Normas para las recepciones provisionales

Quince días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero-Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, convocándose en ese acto a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia aspectos parciales o unidades especializadas.

2.32 Documentación final

El Ingeniero-Director, asistido por el Contratista y los técnicos que hubiesen intervenido en la obra, redactarán la documentación final de la obra, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará al Acta de Recepción con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación.

Esta documentación que constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por la Propiedad, será entregada a los usuarios finales de la edificación. Esta documentación se divide en:

- Documentación de seguimiento de obra. Dicha documentación se compone, según el CTE de: Libro de Órdenes y Asistencias, Libro de incidencias en materia de Seguridad y Salud, Proyecto con sus anexos y modificaciones debidamente autorizadas por el Ingeniero-Director y la licencia de obras, de apertura y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas. La documentación de seguimiento será depositada por el Ingeniero-Director en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.
- Documentación de control de obra. Su contenido, cuya responsabilidad es del Jefe de obra, se compone de: Documentación de control, documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de materiales y suministros y en su caso, documentación de calidad de las unidades de obra.
- Certificado final de obra. Este se ajustará al modelo aprobado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España. A este documento se le unirán como anexos: la descripción de las modificaciones que se hubiesen introducido durante la obra y la relación de los controles realizados.

2.33 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista.

2.34 Medición definitiva de los trabajos

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de obras, debiendo aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes y levantando acta, por triplicado ejemplar, correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan.

En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen. Lo mismo en las mediciones parciales como en la final, entendiéndose que éstas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas.

2.35 Recepción definitiva de las obras

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la obra, quedando relevado el Contratista, a partir de este momento, de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles.

De la recepción definitiva, se levantará un acta, firmada por triplicado ejemplar por parte de la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por éste último.

A la firma del Acta de Recepción, el Contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, siendo estos planos reproducibles.

2.36 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., y a resolver los subcontratos que tuviese concertados.

2.37 Plazo de garantía

El plazo de garantía de las obras e instalaciones deberá estipularse en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista y en ningún caso éste será inferior a nueve meses para contratos ordinarios y no inferior a un año para contratos con las Administraciones Públicas, contando a partir de la aprobación del Acta de Recepción.

2.38 Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero-Director marcará al Contratista los plazos y formasen que deberán realizarse las obras necesarias.

3. Condiciones de índole económica

3.1 Base fundamental

Como principio general de estas condiciones económicas, se establece que el Contratista ha de percibir, de los trabajos realizados, su real importe. Asimismo, la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2 Garantía

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de referencias y/o avales bancarios para asegurarse de que este reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el cumplimiento del Contrato.

Asimismo, el Contratista deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

3.3 Fianza

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenida previamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito previo, en metálico, valores o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.

- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

A la firma del contrato, el Contratista presentará las fianzas y seguros obligados por Ley. Además, en el contrato suscrito entre Contratista y Propiedad se podrá exigir todas las garantías que se consideren necesarias para asegurar la buena ejecución y finalización de la obra en los términos establecidos en el contrato y en el proyecto de ejecución.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de un 4 por 100 como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista al que se le haya adjudicado la ejecución de una obra, deberá depositar en el punto y plazos fijados en el anuncio de la subasta o, en su defecto, su importe será el 10 por 100 de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado interior.

El plazo señalado anteriormente no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en la que se comunique la adjudicación. La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

3.4 Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se niega a realizar, por su cuenta los trabajos precisos, para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero-Director los ordenará ejecutar a un tercero o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada.

3.5 De su devolución en general

La fianza depositada, será devuelta al Contratista una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. Siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel por daños y perjuicios o por deudas de jornales, de suministros, de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

El Propietario podrá exigir al Contratista que le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc. En todo caso, esta devolución se realizará dentro de los treinta días naturales después de que haya transcurrido el año de garantía.

3.6 De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Propietario estimara conveniente hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas en concepto de garantías.

3.7 Revisión de precios

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios será necesario que tal hecho figure acordado en el contrato. En tal caso, el Contratista presentará al Ingeniero-Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas.

3.8 De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montaje al 3 por 100 del importe total del presupuesto contratado.

En caso de que haya variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

3.9 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación oportuna no podrá reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirve de base para ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna fundada en indicaciones que se hagan en las memorias, pues estos documentos no sirven de base a la Contrata.

Los errores materiales o aritméticos en cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observase, pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato.

3.10 Descomposición de los precios unitarios

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención de riesgos laborales y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, de combustible, de energía, etc., que tengan lugar por el funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se consideran costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones para obreros, comedores,

laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Se consideran gastos generales:

- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

Los precios unitarios se descompondrán como sigue:

- Materiales: cada unidad de obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.
- Mano de obra: por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra, y los jornales horarios correspondientes.
- Transportes de materiales: desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.
- Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad: sobre la suma de los conceptos anteriores en las unidades de obra que los precisen.
- Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales: vigentes sobre el importe de la mano de obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del seguro y de la carga.
- Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista: aplicando la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transportes de materiales y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

3.11 Precios e importes de ejecución material

Precios e importes de ejecución material: se entiende por precios de ejecución material, para cada unidad de obra, los resultantes de la suma de los costes directos más los costes

indirectos, compuestos por los conceptos de: mano de obra, materiales, transportes, equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud, gastos de combustibles, de energía, de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos así como gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Estos precios no incluyen el Beneficio Industrial.

3.12 Precios e importes de ejecución por contrata

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, a la suma de los costes directos, los costes indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial, sobre el cual deberá aplicarse el IGIC.

En el caso de que los trabajos se contratasen a tanto alzado se entiende por precio de Contrata en el que importa el coste total de la unidad de obra.

3.13 Gastos generales y fiscales

Se establecerán en un porcentaje de los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

3.14 Gastos imprevisto

Serán aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos en la obra y que sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en

todo trabajo de construcción o montaje de instalaciones. Por ello, se establecerá una partida fija de un 2 por 100 calculado sobre los precios de ejecución material.

3.15 Beneficio industrial

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista.

3.16 Honorarios de la dirección técnica y facultativa

Dichos honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los gastos generales, salvo que se especifique lo contrario en el contrato de adjudicación.

3.17 Gastos por cuenta del contratista

Serán por cuenta del Contratista los gastos que se detallan a continuación:

- Medios auxiliares: andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha de los trabajos se necesiten, no afectando a la Propiedad.
- Abastecimiento de agua: será obligación del Contratista disponer del agua necesaria para el buen desarrollo de los trabajos.
- Energía eléctrica: el Contratista dispondrá de los medios adecuados para producir energía eléctrica en la obra.
- Vallado: el Contratista correrá con los gastos que supone el vallado temporal para las obras.
- Accesos: será por cuenta del Contratista los accesos necesarios para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos.
- Materiales no utilizados: el Contratista transportará y colocará de manera óptima los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc.

- Materiales y aparatos defectuosos: cuando los materiales y aparatos no fueran de la calidad establecida, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace.
- Ensayos y pruebas: los gastos de análisis y ensayos serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada.

3.18 Precios contradictorios

Los precios contradictorios surgen cuando la Propiedad decide introducir nuevas unidades de obras o cambios en la calidad de alguna de alguna de las inicialmente acordadas.

A falta de acuerdo, los precios de unidades de obra se fijarán entre el Ingeniero-Director y el Contratista, siempre que a juicio de ellos, dichas unidades no puedan incluirse en el 2 por 100 de gastos imprevistos.

3.19 Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista usas materiales y/o equipos de mejor calidad que los establecidos en el Proyecto no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.20 Abono de las obras

El abono de los trabajos ejecutados se efectuará previa medición periódica (según el intervalo de tiempo que se acuerde) y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, tanto en las certificaciones como en la liquidación final, al precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, siempre y cuando se hayan realizado con sujeción a los documentos que constituyen el proyecto o bien siguiendo órdenes que, por escrito, haya entregado el Ingeniero-Director.

3.21 Abono de trabajos presupuestados por partida alzada

Las partidas alzadas, una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonará a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos, se considerarán como si fuesen contradictorios. El abono de los trabajos presupuestados por partida alzada se efectuará de acuerdo con un procedimiento de entre los que a continuación se muestran:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales o semejantes, las presupuestadas se abonará previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se determinarán precios contradictorios para las unidades con partida alzada.
- Si no existiesen precios contratados la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista excepto en el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse.

3.22 Abonos de otros trabajos no contratados

Cuando fuese necesario efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquier índole especial y ordinaria, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

3.23 Abono de trabajos ejecutados en el periodo de garantía

Una vez hecha la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubiesen ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá de la siguiente manera:

- Si los trabajos están especificados en el Proyecto y el Contratista no los ha realizado a su debido tiempo sin causa justificada, el Ingeniero-Director exigirá su realización durante el periodo de garantía.

- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio o de sus instalaciones, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.24 Obras no terminadas

Las obras no terminadas no se abonarán según el criterio establecido por la Dirección Facultativa. Las unidades de obra sin acabar fuera del orden lógico de la obra, no será calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

3.25 Certificaciones

El Contratista tomará las disposiciones requeridas, para que, periódicamente, según el periodo de tiempo acordado en el contrato, lleguen a conocimiento del Ingeniero-Director las unidades de obra realizadas previa medición, quien tendrá la facultad de comprobarlas sobre el propio terreno.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición, general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios unitarios aprobados y extenderá la correspondiente certificación, teniendo presente lo establecido en el presente Pliego de Condiciones respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales.

En caso de que el Ingeniero-Director, no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, comunicará en un máximo de 10 días, las rectificaciones que considere deba realizar al Contratista, quien en igual plazo deberá presentarla debidamente rectificadas.

3.26 Demora en los pagos

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al plazo convenido, el Contratista tendrá el derecho de percibir el abono de la cantidad pactada en el contrato suscrito con el Propietario.

Si transcurriesen dos meses a partir del retraso del término de dicho plazo de un mes, sin realizarse el pago, el Contratista tendrá el derecho a la rescisión unilateral del contrato. Si la obra no está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el proyecto, alegando un retraso de los pagos.

3.27 Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos

Si el Contratista incumpliese los plazos de ejecución de las obras establecidas en el contrato y no justificara debidamente a juicio de la Dirección Técnica, la Propiedad podrá imponer las penalizaciones económicas acordadas.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados. Dicha indemnización se establecerá por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

Si no se ha especificado la cuantía de las penalizaciones, las indemnizaciones por retraso en la terminación de las obras se aplicarán por lo que esté estipulado en cualquiera de los siguientes casos:

- Una cantidad fija durante el tiempo de retraso desde el día fijado para su terminación en el calendario.
- El importe de los alquileres que el Propietario dejase de percibir durante el plazo de retraso en la entrega de las obras.

- El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble.
- El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el retraso.

3.28 Mejoras y aumentos

No se aceptarán mejoras de obra, más que en el caso que el Ingeniero-Director las haya ordenado por escrito, así como de materiales, aparatos y equipos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo error en las mediciones del proyecto.

En todos estos casos, será indispensable que ambas partes contratantes convengan por escrito los importes totales de unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales, aparatos y equipos ordenados a emplear.

3.29 Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier motivo fuese necesario valorar una obra defectuosa, pero aceptable para el Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, a no ser que, estando en el plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla.

3.30 Rescisión del contrato

La Propiedad podrá rescindir del contrato de adjudicación por los siguientes motivos:

- Cuando existan causas suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que, por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe del Contratista, sea necesaria tal medida para lograr con garantías la terminación de las obras.
- Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contratadas.

3.31 Seguro de las obras

El Contratista tiene la obligación de asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tenga por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora se ingresará en cuenta a nombre del Propietario. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones. En ningún caso, salvo acuerdo con el Contratista, el Propietario podrá utilizar dicho importe para finalidades distintas a la reconstrucción de la obra siniestrada. La infracción de lo anteriormente comentado será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir el Contrato.

En las obras de rehabilitación, reforma o reparación, se fijará previamente la porción o parte de ésta que debe ser asegurada, así como su cuantía o importe. Los riesgos asegurados y las condiciones que aparecen en la póliza de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento de la Propiedad.

3.32 Conservación de las obras

Si el Contratista, siendo su obligación, no atendiese la conservación de la obra durante el plazo de garantía, el Ingeniero-Director procederá a disponer de todo lo que sea preciso para que se atienda la guarda o custodia, la limpieza y todo lo que sea necesario para su buena conservación, siendo todo abonado por el Contratista.

Al abandonar las obras, el Contratista está obligado a dejar libre de ocupación y limpias éstas en el plazo que el Ingeniero-Director establezca. En cualquier circunstancia, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía expresado.

3.33 Uso por el contratista de la edificación o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista edificios, instalaciones o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos en perfecto de estado.

En caso de que al terminar el contrato, no hubiese cumplido el Contratista como previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.34 Pago de arbitrios e impuestos

El pago de impuestos, cánones, tasas y arbitrios en general, cuyo abono debe realizarse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos, correrán a cargo del Contratista.

3.35 Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción y montaje de instalaciones

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo a la L.O.E., tendiendo como referente las siguientes garantías:

- Seguro de daños materiales para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos.
- Seguro de daños materiales o seguro de caución para garantizar, durante diez años el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, soporte, vigas, forjados, muros de carga y otros elementos estructurales.

4. Condiciones de índole legal

4.1 Documentos del proyecto

Este proyecto está constituido de los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva y Anexos de cálculo.
- Planos.
- Pliego General de Condiciones.
- Pliegos de Condiciones Técnicas.
- Mediciones y Presupuesto.

4.2 Plan de obra

El Plan detallado de obra será realizado en base a las Condiciones Facultativas del presente Pliego de Condiciones, y en él se establecerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato. Este documento será vinculante.

4.3 Planos

Son los citados en la lista de Planos del presente proyecto.

4.4 Especificaciones

Son las que figuran en la Memoria Descriptiva y en los Pliegos de Condiciones Técnicas, así como las condiciones generales del contrato.

4.5 Objeto de los planos y especificaciones

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al Contratista, tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo.

4.6 Divergencias entre los planos y especificaciones

Si existiesen diferencias entre los planos y las especificaciones, regirán los requerimientos de éstas últimas y en todo caso, la aclaración que facilite el Ingeniero-Director.

4.7 Errores en los planos y especificaciones

Cualquier error u omisión de importancia en los planos y especificaciones será comunicado directamente al Ingeniero-Director que lo corregirá con la mayor brevedad.

4.8 Adecuación de planos y especificaciones

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario.

4.9 Instrucciones adicionales

Durante el proceso de realización de las obras y montaje de las instalaciones, el Ingeniero-Director podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos, esquemas o notas.

4.10 Copias de los planos para realización de los trabajos

A la iniciación de las obras y durante el transcurso y de las mismas, se entregará al Contratista dos copias de cada uno de los planos.

4.11 Propiedad de los planos y especificaciones

Todos los planos y especificaciones pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero-Director y no podrán utilizarse en otras obras.

4.12 Contrato

En el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras, que podrá contratarse por cualquiera de las siguientes maneras:

- Por tanto alzado: comprenderá la ejecución de toda parte de la obra, con sujeción estricta a todos los documentos del proyecto y en cifra fija.

- Por unidades de obra ejecutadas: asimismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.
- Por administración directa o indirecta: con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen
- Por contrato de mano de obra: siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

4.13 Contratos separados

El Propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será de responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos que puedan afectar al suyo.

4.14 Subcontratos

Cuando sea solicitado por el Ingeniero-Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas.

4.15 Adjudicación

La adjudicación de las obras se efectuará mediante una de las tres siguientes modalidades:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa o de libre adjudicación.

4.16 Subastas y concursos

Las subastas y concursos se celebrarán en el lugar que señalen las Condiciones Particulares de Índole Legal de la presente obra.

4.17 Formalización del contrato

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública si alguna de las partes lo solicita.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

4.18 Responsabilidad del contratista

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato. Tendrá la obligación a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado. El Contratista se compromete a facilitar todos los medios de protección personal o colectiva que correspondan.

De la misma manera, el Contratista aceptará la inspección del Ingeniero-Director en cuanto a Seguridad y Salud se refiere y se obliga a corregir los defectos que se encuentren al efecto.

4.19 Trabajos durante una emergencia

En caso de una emergencia, el Contratista realizará cualquier trabajo necesario. Tan pronto como sea posible, comunicará al Ingeniero-Director cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proceder a proteger vidas y propiedades.

4.20 Suspensión del trabajo por el propietario

El Propietario podrá suspender el trabajo o parte del mismo con una notificación por escrito con cinco días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo. Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

4.21 Derecho del propietario a rescisión del contrato

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución si:

- Si se declara en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas o instrucciones del Ingeniero-Director.
- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados.

4.22 Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad

Después de diez días de haber notificado por escrito al Contratista de su intención de rescindir el contrato, el Propietario tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos aunque sea propiedad de la Contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier método que elija.

4.23 Derechos del contratista para cancelar el contrato

El Contratista podrá suspender el trabajo después de diez días de la notificación al Propietario y al Ingeniero-Director de su intención.

4.24 Causas de rescisión del contrato

Se considerarán motivos suficientes de rescisión de contrato, las que a continuación se nombran:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Alteraciones del contrato por la modificación del proyecto o por la modificación de unidades de obra.
- La suspensión de obra comenzada siempre que por causas ajenas a la Contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación.

- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido el año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato.
- La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

4.25 Devolución de la fianza

La retención del porcentaje que se debe descontarse del importe de cada certificación parcial no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía.

4.26 Plazo de entrega de las obras

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista.

4.27 Daños a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes por descuido o inexperiencia que sobrevinieran. Por tanto, será por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda.

4.28 Policía de obra

Será cuenta del Contratista, el vallado y la policía o guarda de las obras, así como el cuidado de la conservación de sus líneas de lindero.

4.29 Accidentes de trabajo

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los trabajadores, el Contratista atenderá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente. El Contratista está obligado a

adoptar todas las medidas de seguridad y salud necesarias. Igualmente, se compromete a facilitar cuantos datos sean necesarios a petición del Ingeniero-Director sobre los accidentes ocurridos.

4.30 Régimen jurídico

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. En las materias relativas a la sujeción de obra, se tomarán en consideración las normas que rigen para la ejecución de las obras del Estado.

4.31 Seguridad Social

El Contratista tiene la obligación de cumplir con todo lo legislado sobre Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero-Director todos los documentos de tal cumplimiento.

4.32 Responsabilidad social

El Contratista debe tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas, dejando siempre exento al Propietario y al Ingeniero-Director de cualquier reclamación que se pueda dar.

4.33 Impuestos

Será de cuenta del Contratista el abandono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado.

4.35 Disposiciones legales y permisos

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social. El Contratista se procurará de todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista, cuando finalicen las obras, tramitará las correspondientes autorizaciones, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad y salud y legal.

4.35 Hallazgos

El Propietario se reserva la posesión de las sustancias minerales utilizables, o cualquier otro elemento de interés que se encuentren en las excavaciones y demoliciones realizadas en el terreno.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Generalidades.....	pág. 5
1.1 Objeto.....	pág. 5
1.2 Aspectos generales.....	pág. 5
1.3 Alcance.....	pág. 5
2. Condiciones de los materiales.....	pág. 5
2.1 Calidad de los materiales.....	pág. 5
2.2 Conductores eléctricos.....	pág. 6
2.3 Conductores de neutro.....	pág. 6
2.4 Conductores de protección.....	pág. 6
2.5 Identificación de los conductores.....	pág. 7
3. Ejecución de la obra, montaje o instalación.....	pág. 7
3.1 Aspectos generales.....	pág. 7
3.2 Interpretación del proyecto.....	pág. 7
3.3 Ejecución de los trabajos referidos.....	pág. 7
3.4 Trabajos no especificados en este pliego.....	pág. 8
3.5 Responsabilidad del contratista en la ejecución de la obra, montaje o instalación.....	pág. 8
3.6 Colocación de tubos.....	pág. 8
3.7 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.....	pág. 9
3.8 Accesibilidad a las instalaciones.....	pág. 9
3.9 Cajas de empalme y derivación.....	pág. 10
3.10 Cuadros eléctricos.....	pág. 11
3.11 Aparatos de mando y maniobra.....	pág. 11
3.12 Aparatos de protección.....	pág. 11
3.13 Receptores de alumbrado.....	pág. 16
3.14 Pruebas reglamentarias.....	pág. 17
3.15 Condiciones de uso y mantenimiento.....	pág. 17
3.16 Limpieza.....	pág. 18
3.17 Certificados y documentación.....	pág. 19
3.18 Libro de órdenes.....	pág. 20

1. Generalidades

1.1 Objeto

El presente pliego de condiciones técnicas expondrá las características que deben cumplir los diferentes productos, equipos y sistemas empleados en la obra. Dichos elementos deberán tener las calidades correspondientes acordes a las distintas normas vigentes y deberán cumplir, también, las condiciones que se especifican en este Proyecto.

1.2 Aspectos generales

Todas las tareas y actividades que se incluyen en este proyecto se ejecutarán de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y bajo la tutela de la Dirección Facultativa. De esta manera, el Contratista deberá cumplir con las exigencias de calidad establecidas, tanto en aspectos materiales como de ejecución.

1.3 Alcance

Las cláusulas expuestas en este documento referente a la calidad de materiales, seguridad en el trabajo, normas de instalación y ejecución son inalterables, mientras que las cláusulas de índole económica pueden ser modificadas si existe un acuerdo entre las partes.

2. Condiciones de los materiales

2.1 Calidad de los materiales

Los materiales, productos y sistemas empleados en la ejecución de la obra tendrán las características mínimas expuestas en este pliego. Además, deberán cumplir las diferentes normas que aparecen enumeradas en la ITC-BT-02. Dichos materiales podrán ser sometidos a pruebas para acreditar su calidad.

El Contratista es el responsable de que los materiales empleados cumplan con las exigencias establecidas, teniendo que notificar al Director de Ejecución de Obra la

procedencia de los materiales, aportando muestras y datos necesarios cuando se le solicite.

2.2 Conductores eléctricos

Los conductores empleados en las instalaciones interiores receptoras serán unipolares de cobre aislados con una tensión asignada de 450/750 V. Dichos conductores irán empotrados en obra, mientras que el montaje de la instalación de enlace será subterráneo. Por su parte, los conductores de dicha parte de la instalación serán, también, unipolares de cobre con una tensión de 0,6/1 kV. Asimismo, los conductores pertenecientes a la instalación fotovoltaica serán del mismo tipo.

El resto de especificaciones de los conductores están establecidas en la memoria de este proyecto, así como su distribución.

2.3 Conductores de neutro

Los conductores de neutro de los circuitos interiores serán, tal y como indica la ITC-BT-19, como mínimo iguales a los conductores de fase. Para el caso de las líneas interiores, como son dos o tres conductores, la sección, será, también, igual a los conductores de fase.

2.4 Conductores de protección

En base a la ITC-BT-26, los conductores de protección serán de cobre y tendrán el mismo aislamiento que los conductores activos. Los conductores de protección se dispondrán en la misma canalización que los conductores activos y deberán estar protegidos contra el deterioro mecánico y químico.

Las características mínimas de este tipo de conductores están expuestas en la instrucción ITC-BT-21.

2.5 Identificación de los conductores

Los diferentes conductores empleados a lo largo de la instalación se identificarán en función del color del aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Negro, gris, marrón para los conductores de fase.
- Amarillo-verde para los conductores de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

3. Ejecución de la obra, montaje o instalación

3.1 Aspectos generales

Todas las actividades relacionadas a la ejecución de la obra, montaje o instalación se realizarán en base al presente Pliego de Condiciones Técnicas y demás instrucciones contenidas en el resto de documentos del proyecto.

3.2 Interpretación del proyecto

La interpretación del proyecto corresponde al autor del mismo y subsidiariamente al Técnico-Director de la obra, montaje o instalación. De la misma manera, el autor realizará en todo momento las aclaraciones que fuesen necesarias.

3.3 Ejecución de los trabajos referidos

El Contratista está obligado a realizar esmeradamente toda la obra, montaje o instalación en base a los documentos del presente proyecto y a las indicaciones dadas por el Técnico-Director. Si a juicio de dicho Técnico-Director hubiese alguna parte de la obra, montaje o instalación mal ejecutada, el Contratista se verá obligado a ejecutar cuantas acciones sean necesarias hasta que se cumplan los objetivos.

3.4 Trabajos no especificados en este pliego

Si durante el desarrollo de la obra fuese necesario la ejecución de cualquier variación que no estuviese incluido en los documentos de este proyecto, el Contratista tendrá la obligación de realizarla junto a las instrucciones dadas por el Técnico-Director. De esta manera, el Contratista no podrá realizar ninguna alteración sin el consentimiento del mencionado Técnico-Director.

3.5 Responsabilidad del contratista en la ejecución de la obra, montaje o instalación

La responsabilidad de la ejecución de la obra es exclusivamente del Contratista, no teniendo derecho a indemnización alguna por las erradas acciones que cometiese durante las ejecuciones.

3.6 Colocación de tubos

El trazado de las canalizaciones se realizará siguiendo, preferiblemente, las líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se hará la instalación. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086-2-2.

Los registros podrán estar destinados a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación. Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de emplear tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los

mismos, para lo que se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una “T”, dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de emplear tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierras consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros. No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

3.7 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se situarán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 centímetros. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan llegar a una temperatura peligrosas y, por lo tanto, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las precauciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de la condensación.

3.8 Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar situadas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se identificarán de manera conveniente para poder proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

3.9 Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar todos los conductores de manera holgada y su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, siendo el mínimo de profundidad de 40 mm y de 80 mm para el diámetro.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán utilizarse prensaestopas adecuados.

En ningún caso, se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Las uniones deberán hacerse siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

Si se trata de cables, deberá cuidarse al hacer conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que el aislamiento de los conductores no pueda ser destruido por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provisto de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

3.10 Cuadros eléctricos

Los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán sin ningún defecto. Éstos estarán diseñados siguiendo los requisitos del REBT. Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada.

Los cuadros serán adecuados para un trabajo continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del +5% sobre el valor nominal.

3.11 Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (conmutadores e interruptores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en los que estén colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder los 65°. Deben poder realizarse del orden de 10000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

3.12 Aparatos de protección

Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos. Excepto los conductores de protección, todos los conductores de un circuito estarán protegidos contra las sobreintensidades.

Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento

perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado. Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o a los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN-60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada de 440 V entre fases, intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A. Los valores normalizados de las tensiones son:

- 230 V para interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V para interruptores automáticos unipolares.
- 400 V para interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será de: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000, 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar, de manera visible, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido de la curva característica de disparo.
- Poder de corte asignado en amperios dentro de un rectángulo.
- Los bornes destinados al neutro con la letra “N”.

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2:1996. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepase los 1000 V en alterna y los 1500 V en continua.

Cada interruptor automático debe estar marcado con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (I_n).
- Capacidad para el seccionamiento.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y cierre.

Fusibles

Los fusibles de baja tensión se regirán por la norma UNE-EN 60-269-1:1998. Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 KA. Los fusibles están destinados a asegurar la protección de circuitos de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase los 1000 V, o los circuitos de corriente de continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios son: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000 y 1250.

Los fusibles deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos se ejecutarán siguiendo las indicaciones de la ITC-BT-24.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas necesarias para proteger a las personas contra los peligros que puedan derivarse de un contacto con las partes activas de los conductores eléctricos. Las medidas son:

- Protección por aislamiento.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Como protección para contactos indirectos se empleará el corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales. La corriente a tierra producida por un solo defecto debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo inferior a 5 segundos.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra. Como dispositivo de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_r}{I_s}$$

Donde:

R: resistencia de puesta a tierra.

V_c: tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).

I_s: sensibilidad del interruptor diferencial.

Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección deberán soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda, de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su reemplazo sin peligro alguno.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.

Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

3.13 Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder los 5 kg. Los conductores no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de clase I o clase II, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatorio el uso de un factor de potencia mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión, 12 V, debe preverse el uso de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

3.14 Pruebas reglamentarias

Resistencia de aislamiento

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a $1000 \times V$, siendo V la tensión máxima de servicio en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión suministrada por un generador que dé en vacío una tensión de entre 500 y 100 V.

Comprobación de puesta a tierra

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

3.15 Condiciones de uso y mantenimiento

La Propiedad recibirá a la entrega de la obra los planos definitivos del montaje, los valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contados directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

3.16 Limpieza

Antes de la recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda encontrarse en su interior.

3.17 Certificados y documentación

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por el técnico competente y visado por el Colegio Profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación.

3.18 Libro de órdenes

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que destacará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

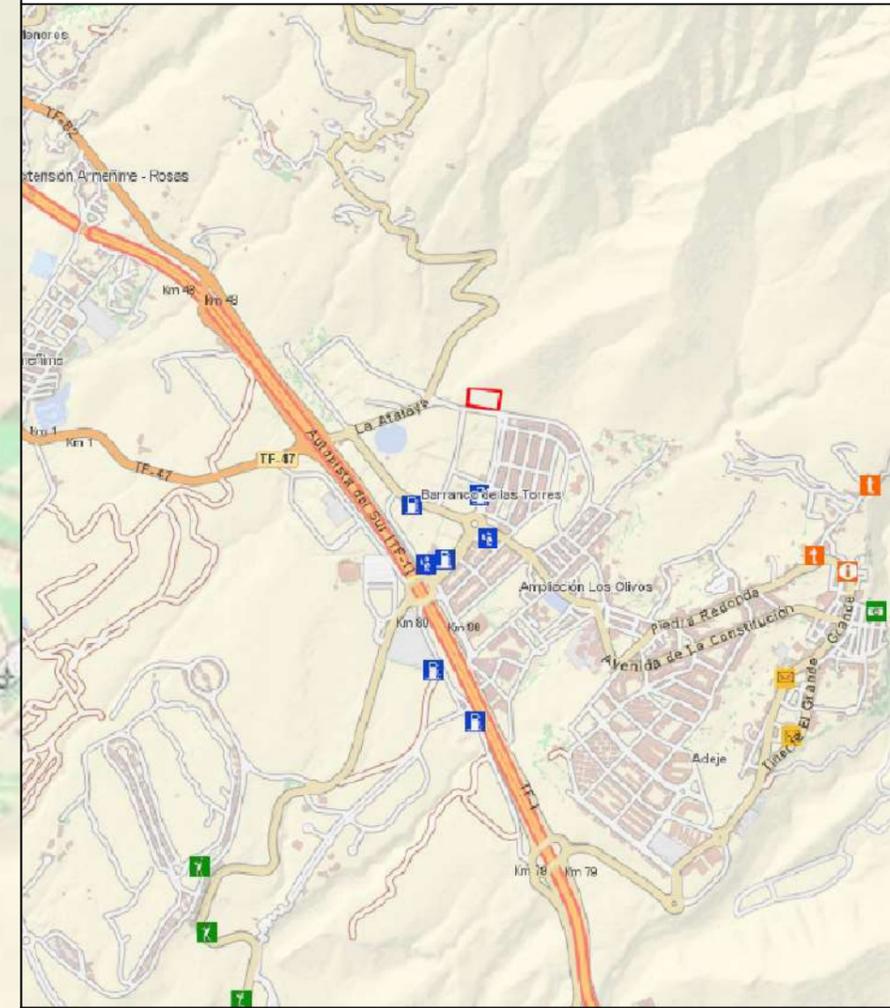
PLANOS

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

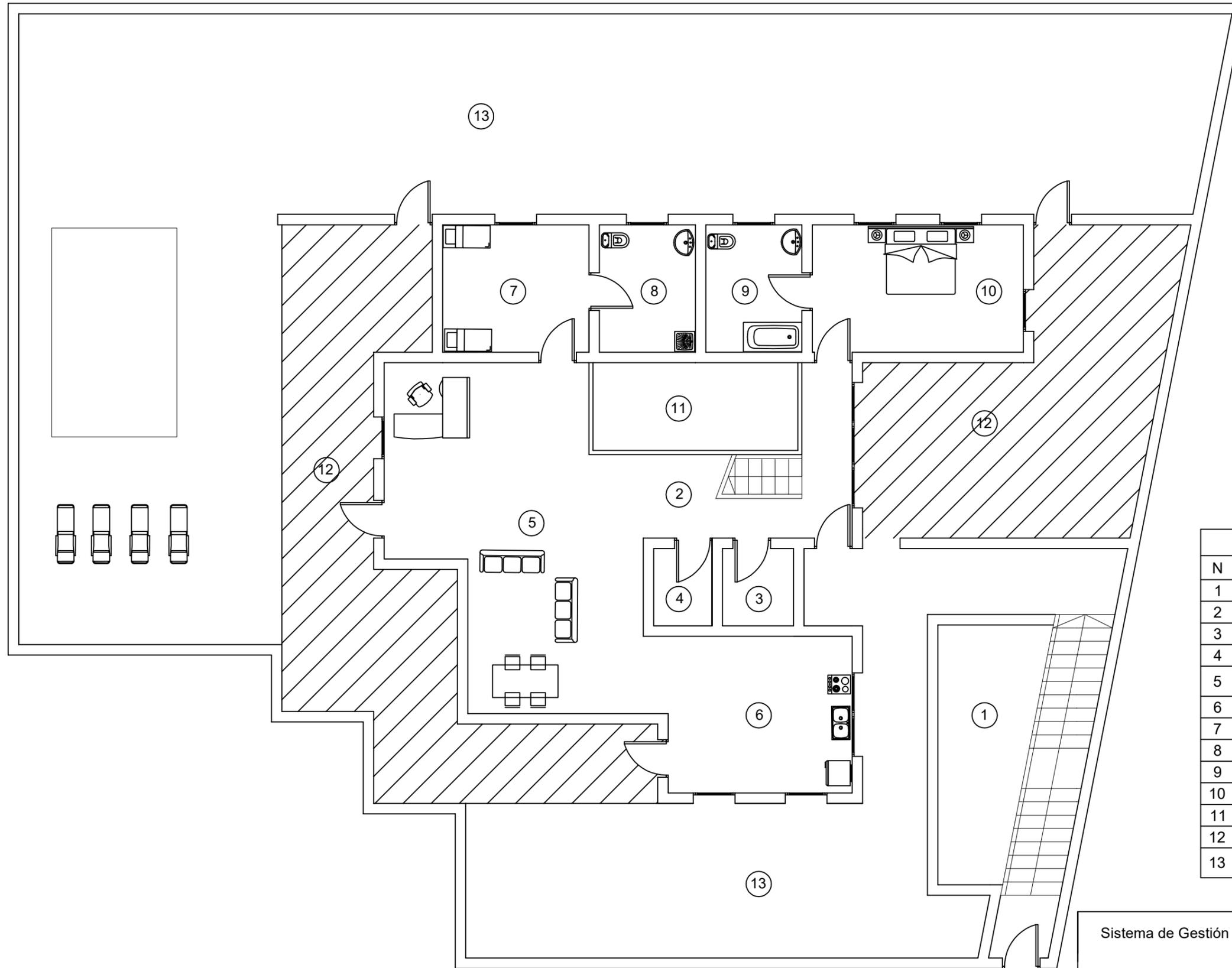
Índice

1. Plano de situación y emplazamiento
2. Plano de planta de la planta baja
3. Plano de planta de la cubierta
4. Plano de planta de fuerza y canalizaciones de la planta baja
5. Plano de planta de alumbrado y canalizaciones de la planta baja
6. Plano de planta de alumbrado y canalizaciones de la cubierta
7. Plano de planta de la cubierta con instalación fotovoltaica y ACS
8. Esquema unifilar



Sistema de Gestión Eficiente de la Energía Renovable en una Vivienda

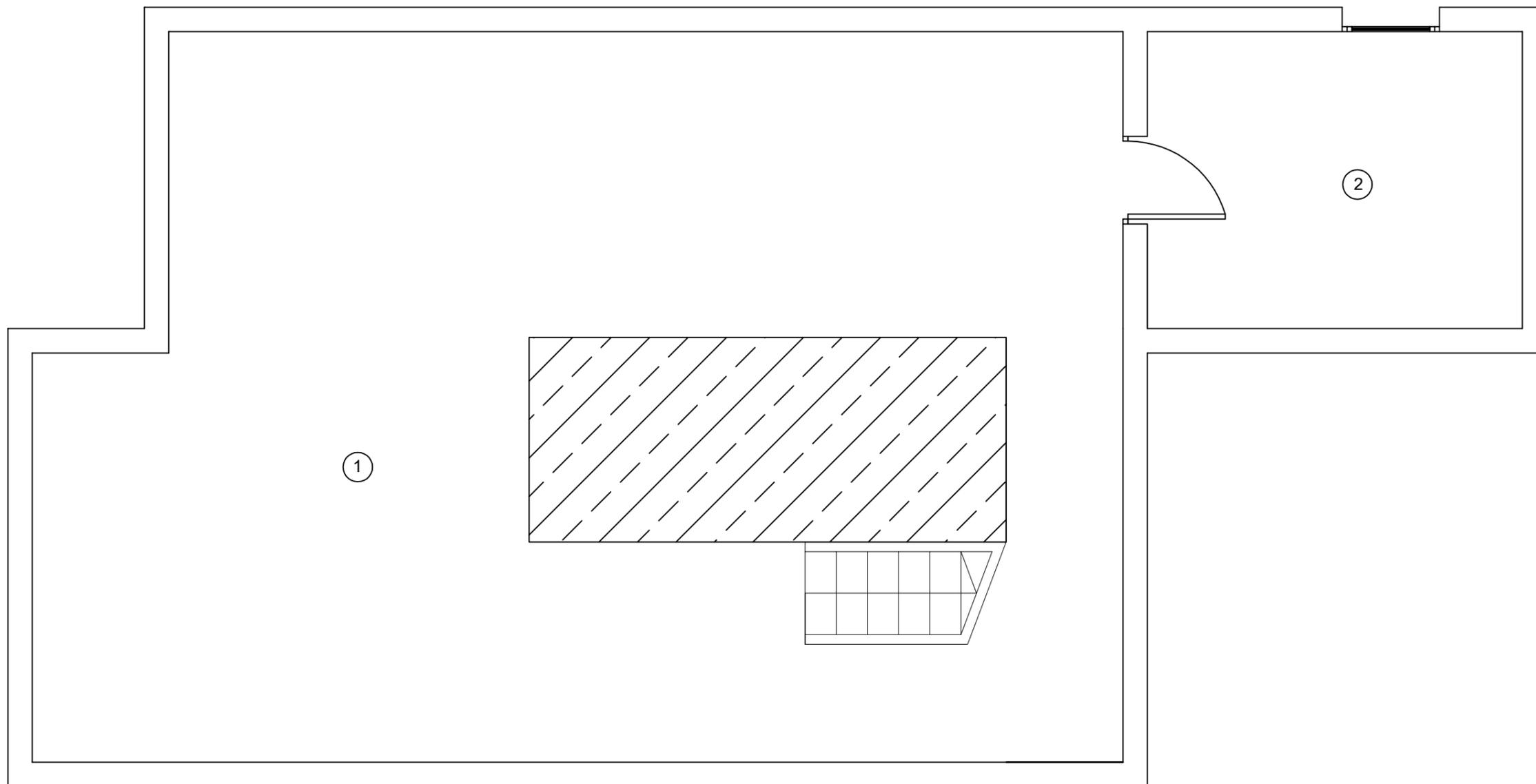
	Fecha	Autores	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna
Dibujado	02/06/2017	Adrián Isaac Pérez Barroso	
Comprobado	02/06/2017	Fernando Belka de Zárate	 Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
Escala:	Plano de Situación y Emplazamiento		Nº P: 1
s/n			Nom.Arch: www.dwg



DISTRIBUCIÓN VIVIENDA		
N	ESPACIO	ÁREA (M2)
1	Vestíbulo	24,80
2	Pasillo	15,20
3	Cuarto aux 1	3,15
4	Cuarto aux 2	2,60
5	Despacho, salón/comedor	40,30
6	Cocina	16,50
7	Dormitorio 1	10,60
8	Baño 1	7
9	Dormitorio 2	15,40
10	Baño 2	7
11	Patio interior	10,30
12	Terrazas	90,20
13	Jardines	264,30

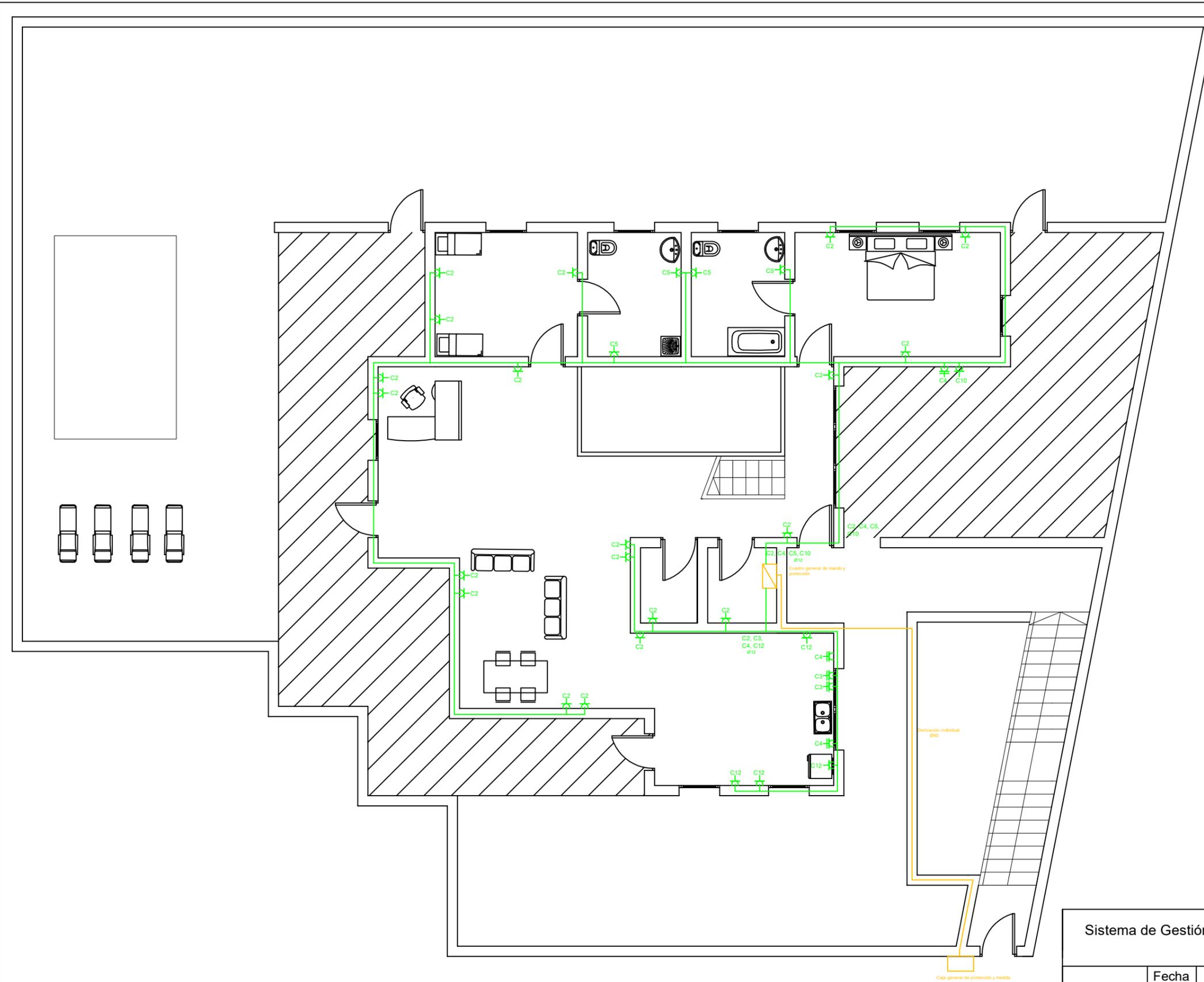
Sistema de Gestión Eficiente de la Energía Renovable en una Vivienda

Dibujado	02/06/2017	Adrián Isaac Pérez Barroso		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna
Comprobado	02/06/2017	Fernando Belka de Zárate		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
Escala:	1:100			Nº P: 2
Plano de Planta de la Planta Baja				Nom.Arch: www.dwg



DISTRIBUCIÓN CUBIERTA		
N	ESPACIO	ÁREA (M2)
1	Cubierta	11,74
2	Cuarto auxiliar	79,40

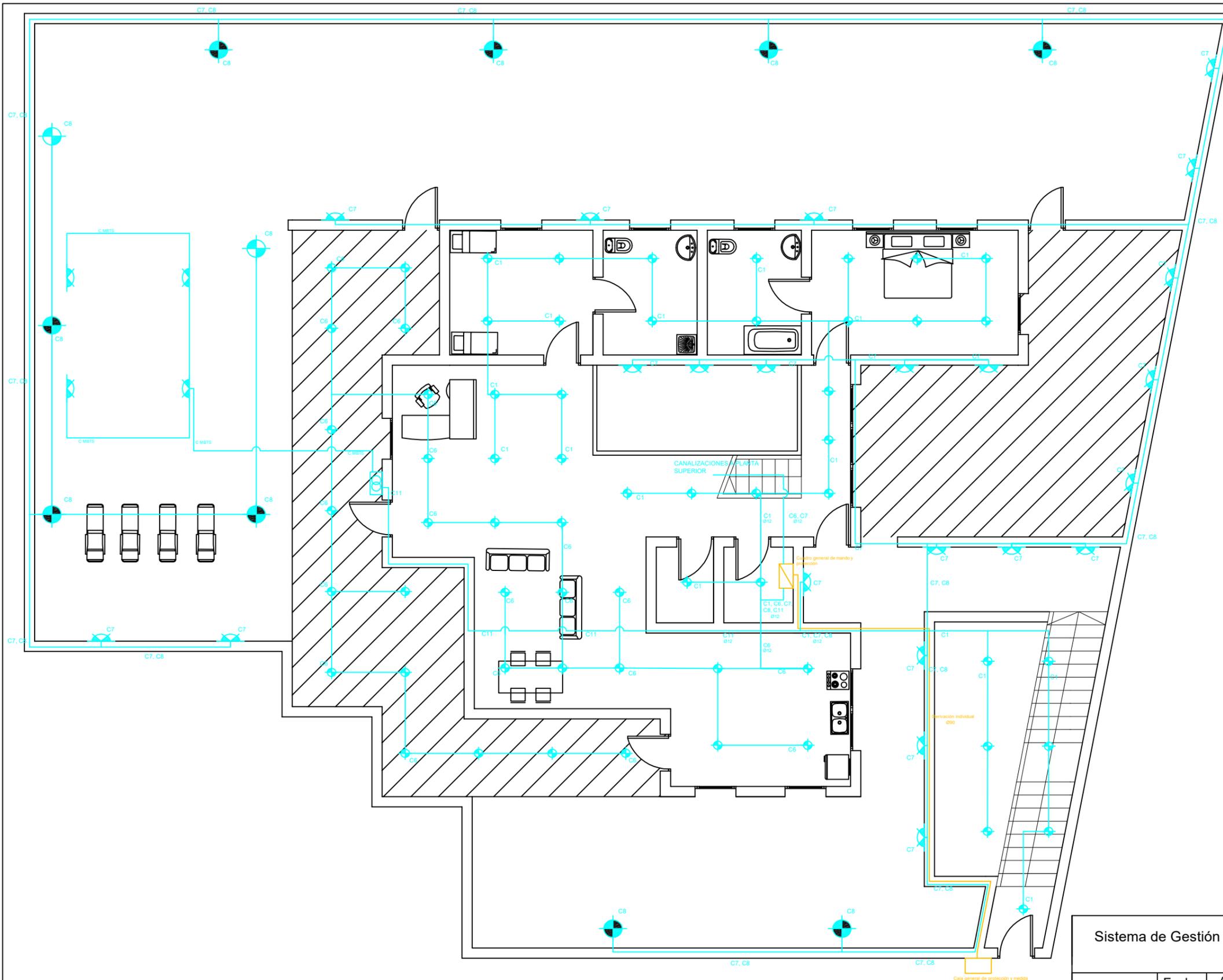
Sistema de Gestión Eficiente de la Energía Renovable en una Vivienda			
	Fecha	Autores	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Dibujado	02/06/2017	Adrián Isaac Pérez Barroso	
Comprobado	02/06/2017	Fernando Belka de Zárate	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
Escala:	1:50		Nº P: 3
Plano de Planta de la Cubierta			Nom.Arch: www.dwg



-  Base de 16 A 2p+T
-  Base de 25 A 2p+T

El trazado de las canalizaciones es esquemático
 El diámetro de las canalizaciones de todas las líneas interiores son de 12 mm.

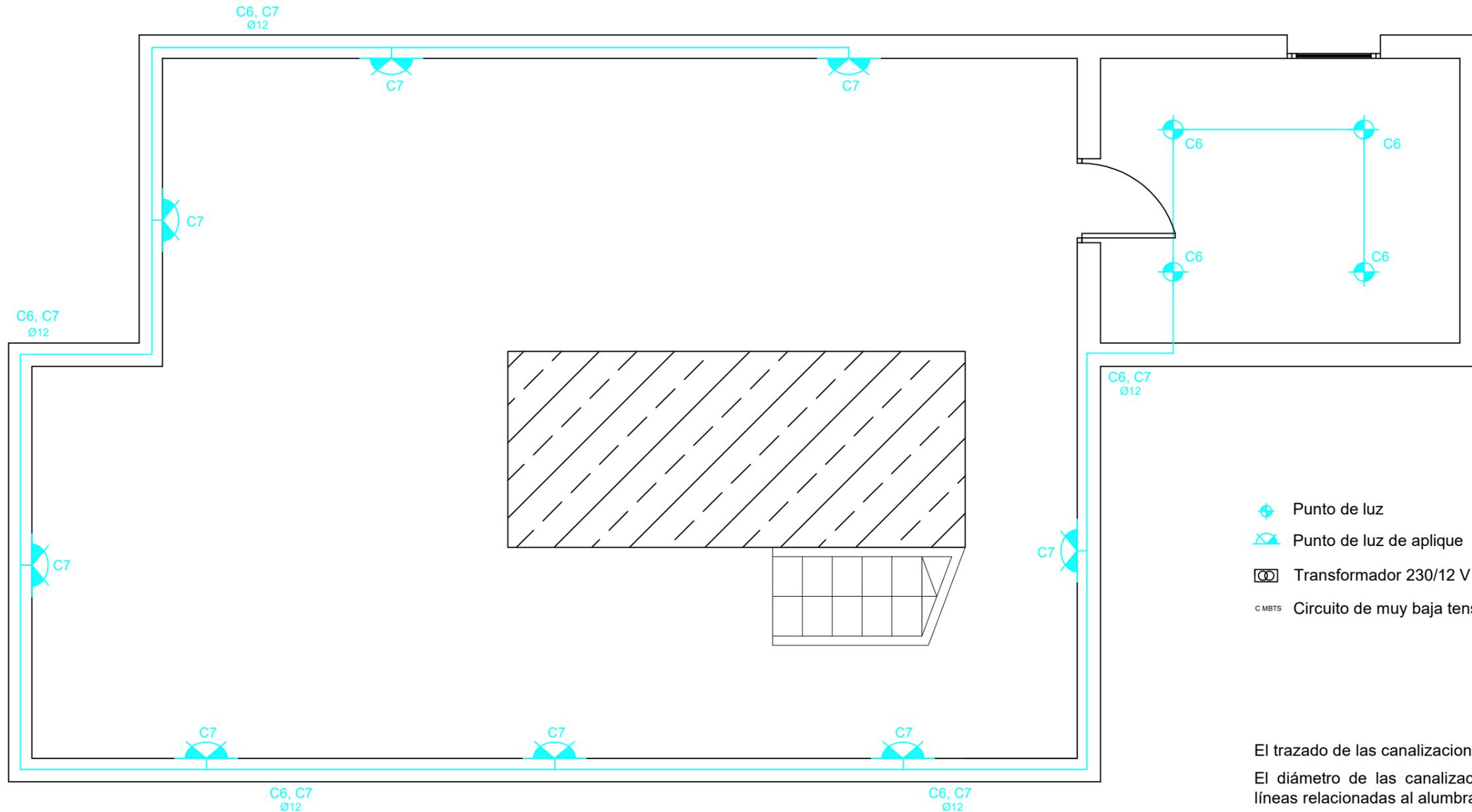
Sistema de Gestión Eficiente de la Energía Renovable en una Vivienda			
Dibujado	02/06/2017	Adrián Isaac Pérez Barroso	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Comprobado	02/06/2017	Fernando Belka de Zárate	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
Escala:	Plano de Planta de Fuerza y Canalizaciones de la Planta Baja		Nº P: 4
1:100			Nom.Arch: www.dwg



- Punto de luz
- Punto de luz sobre mástil
- Punto de luz de aplique
- Transformador 230/12 V
- C MBTS Circuito de muy baja tensión de seguridad

El trazado de las canalizaciones es esquemático.
 El diámetro de las canalizaciones de todas las líneas relacionadas al alumbrado son de 12 mm.

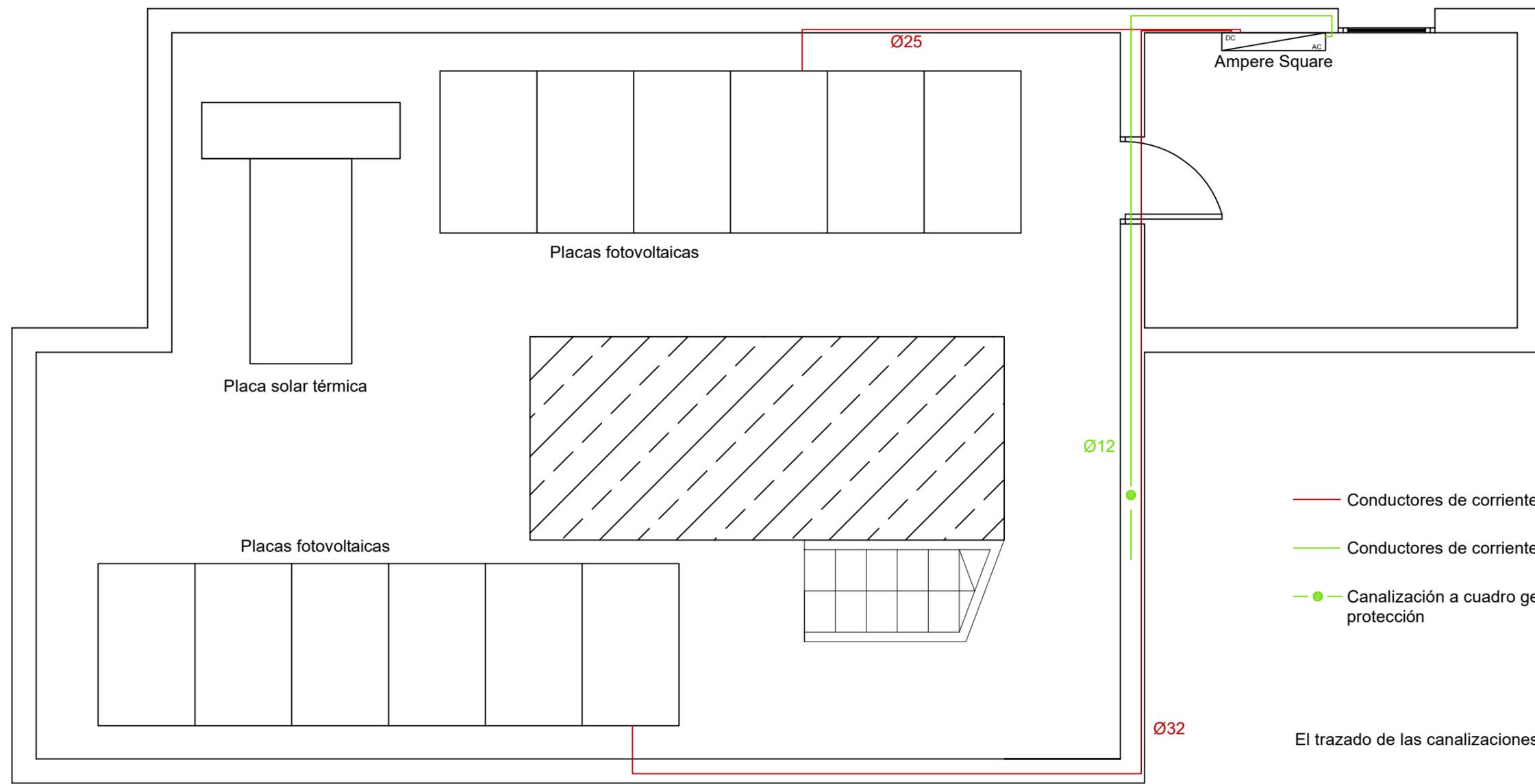
Sistema de Gestión Eficiente de la Energía Renovable en una Vivienda			
Dibujado	02/06/2017	Autores Adrián Isaac Pérez Barroso	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Comprobado	02/06/2017	Fernando Belka de Zárate	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
Escala: 1:100	Plano de Planta de Alumbrado y Canalizaciones de la Planta Baja		Nº P: 5 Nom.Arch: www.dwg



-  Punto de luz
-  Punto de luz de aplique
-  Transformador 230/12 V
-  C.MBTS Circuito de muy baja tensión de seguridad

El trazado de las canalizaciones es esquemático.
 El diámetro de las canalizaciones de todas las líneas relacionadas al alumbrado son de 12 mm.

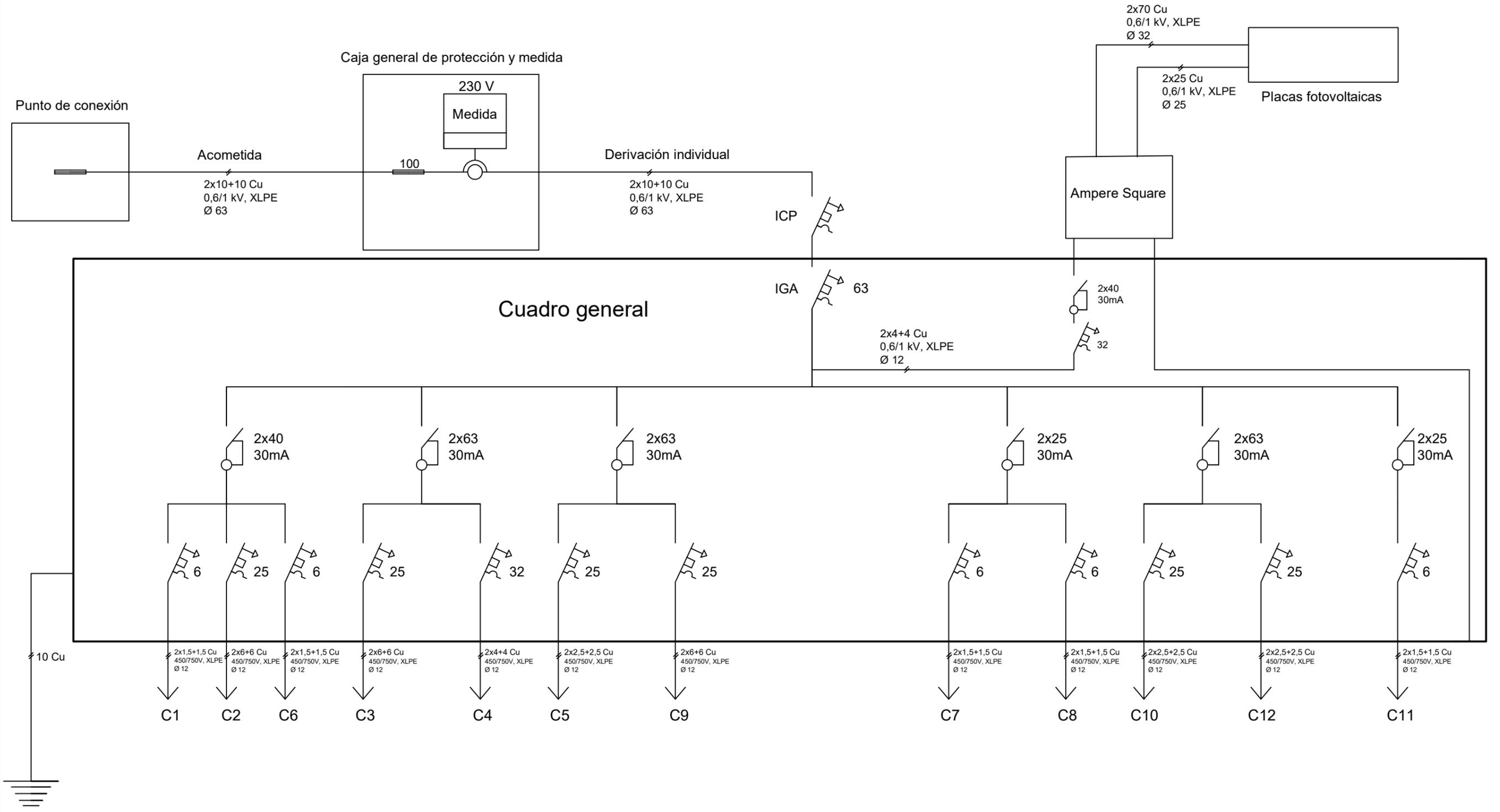
Sistema de Gestión Eficiente de la Energía Renovable en una Vivienda			
	Fecha	Autores	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Dibujado	02/06/2017	Adrián Isaac Pérez Barroso	
Comprobado	02/06/2017	Fernando Belka de Zárate	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
Escala:	1:50		Nº P: 6
		Plano de Planta de Alumbrado y Canalizaciones de la Cubierta	Nom.Arch: www.dwg



- Conductores de corriente continua
- Conductores de corriente alterna
- Canalización a cuadro general de mando y protección

El trazado de las canalizaciones es esquemático.

Sistema de Gestión Eficiente de la Energía Renovable en una Vivienda			
	Fecha	Autores	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Dibujado	02/06/2017	Adrián Isaac Pérez Barroso	
Comprobado	02/06/2017	Fernando Belka de Zárate	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
Escala:	Plano de Planta de la Cubierta con Instalación Fotovoltaica y ACS		Nº P: 7
1:50			Nom.Arch: www.dwg



Sistema de Gestión Eficiente de la Energía Renovable en una Vivienda			
	Fecha	Autores	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Dibujado	02/06/2017	Adrián Isaac Pérez Barroso	
Comprobado	02/06/2017	Fernando Belka de Zárate	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
Escala:	Esquema Unifilar		Nº P: 8
s/n			Nom.Arch: www.dwg

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Instalación eléctrica.....	pág. 5
1.1 Acometida.....	pág. 5
1.2 Instalación de enlace.....	pág. 6
1.2.1 Puesta a tierra.....	pág. 6
1.2.2 Caja General de Protección y Medida.....	pág. 7
1.2.3 Derivación individual.....	pág. 8
1.2.4 Dispositivos generales de protección.....	pág. 8
1.2.5 Líneas interiores receptoras.....	pág. 10
2. Instalación de agua caliente sanitaria.....	pág. 11
3. Instalación fotovoltaica.....	pág. 12
4. Resumen.....	pág. 14

Las mediciones y el presupuesto se han realizado mediante el software Arquímedes, de la empresa CYPE Ingenieros, S.A.

1. Instalación eléctrica

1.1 Acometida

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35cun030	m	10	Cable unipolar RV-K, no propagador de llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² , con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-2.	1,40	14,00
mo003	h	0,4	Oficial 1ª electricista	17,820	7,13
mo102	h	0,4	Ayudante electricista	16,100	6,44
				Total	27,57

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35aia070ac	m	10	Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 63 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N.	2,79	27,90
mo003	h	1	Oficial 1ª electricista	17,820	17,82
mo102	h	1	Ayudante electricista	16,100	16,10
mo020	h	1	Oficial 1ª construcción	17,240	17,24
mo113	h	1	Peón ordinario construcción	15,920	15,92
				Total	94,98

CIENTO VEINTIDÓS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS (122,55)

1.2 Instalación de enlace**1.2.1 Puesta a tierra**

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35tte010b	ud	2	Suministro e instalación de toma de tierra compuesta por dos picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, hincadas en el terreno, unidas con cable conductor de cobre de 35 mm ² de sección, conectadas a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso replanteo, excavación para la arqueta de registro y el cable conductor que conecta los electrodos, hincado de los electrodos en el terreno, colocación de la arqueta de registro, conexión de los electrodos con la línea de enlace mediante grapas abarcón, relleno con tierras de la propia excavación y aditivos para disminuir la resistividad del terreno y conexionado a la red de tierra mediante puente de comprobación.	188,065	376,13
mo003	h	0,5	Oficial 1ª electricista	17,820	8,91
mo102	h	0,5	Ayudante electricista	16,100	8,05
mo113	h	0,1	Peón ordinario construcción	15,920	1,59
				Total	394,68

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35cun030	m	20	Cable unipolar RV-K, no propagador de llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² , con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-2.	1,40	28,00
mo003	h	0,8	Oficial 1ª electricista	17,820	14,26
mo102	h	0,8	Ayudante electricista	16,100	12,88
				Total	55,14

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35aia070ac	m	20	Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 63 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N.	2,79	55,80
mo003	h	1	Oficial 1ª electricista	17,820	17,82
mo102	h	1	Ayudante electricista	16,100	16,1
mo020	h	1	Oficial 1ª construcción	17,240	17,24
mo113	h	1	Peón ordinario construcción	15,920	15,92
				Total	122,88

QUINIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON SIETE CÉNTIMOS (572,7)

1.2.2 Caja General de Protección y Medida

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35cgp010e	ud	1	Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A, para 1 contador monofásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual.	126,39	126,39
mo003	h	0,502	Oficial 1ª electricista	17,820	8,95
mo102	h	0,502	Ayudante electricista	16,100	8,08
mo020	h	0,301	Oficial 1ª construcción	17,240	5,19
mo113	h	0,301	Peón ordinario construcción	15,920	4,79
				Total	153,9

CIENTO CINCUENTA Y TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS (153,9).

1.2.3 Derivación individual

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35cun030d	m	5	Cable unipolar RV-K, no propagador de llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² , con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-2.	1,40	7
mo003	h	0,2	Oficial 1ª electricista	17,820	3,564
mo102	h	0,2	Ayudante electricista	16,100	3,22
				Total	13,78

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35aia070ac	m	5	Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 63 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N.	2,79	13,95
mo003	h	0,4	Oficial 1ª electricista	17,820	7,128
mo102	h	0,4	Ayudante electricista	16,100	6,44
mo020	h	0,5	Oficial 1ª construcción	17,240	8,62
mo113	h	0,5	Peón ordinario construcción	15,920	7,96
				Total	44,10

CINCUENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS (57,88)

1.2.4 Dispositivos generales de mando y protección

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35sie024bbb	ud	2	Interruptor diferencial instantáneo, clase AC, bipolar (1P+N), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, 5SM3312-0 "SIEMENS".	178,745	357,49
mt35sie024bdd	ud	3		499,137	1497,41

			Interruptor diferencial instantáneo, clase AC, bipolar (1P+N), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 30 mA, 5SM3316-0 "SIEMENS".		
mt35sie024bcc	ud	2	Interruptor diferencial instantáneo, clase AC, bipolar (1P+N), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30 mA, 5SM3314-0 "SIEMENS".	183,795	367,59
mt35sie002ii	ud	1	Interruptor de control de potencia, poder de corte 6 kA, curva ICP, bipolar (1P+N), intensidad nominal 40 A, 5SJ6540-7FC "SIEMENS".	70,45	70,45
mt35sie003bhz1	ud	5	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), intensidad nominal 6 A, 5SL6506-7 "SIEMENS".	66,606	333,03
mt35sie003bnF1	ud	6	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), intensidad nominal 25 A, 5SL6525-7 "SIEMENS", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 60898-1.	38,147	228,88
mt35sie003boG1	ud	2	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), intensidad nominal 32 A, 5SL6532-7 "SIEMENS", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 60898-1.	56,755	113,51
mt35sie003brJ1	ud	1	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), intensidad nominal 63 A, 5SL6563-7 "SIEMENS", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 60898-1.	130,40	130,40
mo003	h	3,3	Oficial 1ª electricista	17,820	58,806
				Total	3157,57

TRES MIL CIENTO CINCUENTA EUROS Y SIETE CON CINCUENTA Y SEIS
CÉNTIMOS (3.157,57)

1.2.5 Líneas interiores receptoras

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35cun040aa	m	380	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	0,25	95
mt35cun040ab	m	40	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	0,4	16
mt35cun040ac	m	15	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	0,63	9,45
mt35cun040ad	m	85	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	0,93	79,05
mo003	h	8,516	Oficial 1ª electricista	17,820	145,34
mo102	h	8,156	Ayudante electricista	16,100	131,31
				Total	476,15

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35aia020a	m	520	Tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes	0,54	280,8

			y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.		
mo003	h	8,32	Oficial 1ª electricista	17,820	148,262
mo102	h	8,32	Ayudante electricista	16,100	133,952
				Total	563,01

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt33gbg510a	ud	28	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada.	7,166	200,659
mt33gbg520a	ud	4	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), para cocina, intensidad asignada 25 A, tensión asignada 250 V, con tapa de color blanco, empotrada.	16,107	64,428
mo003	h	5,948	Oficial 1ª electricista	17,820	105,993
				Total	371,08

MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
(1.410,24)

2. Instalación de agua caliente sanitaria

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35sol025atu	ud	1	Captador Solar Térmico Aquae Domus ACS Gamesa Solar. Dimensiones 2120x1050x86,2 mm. Peso: 38 kg. Área de apertura: 2,1 m ² .	1200,00	1200,00

mo003	h	2,41	Oficial 1ª instalador	17,820	42,946
mo102	h	2,41	Ayudante de instalador	16,100	38,801
				Total	1281,75

MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS (1.281,75).

3. Instalación fotovoltaica

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Coste	Importe
mt35sol025atu	ud	12	Módulo solar fotovoltaico Sunmodule Plus SW290/300 MONO.	265,00	3180,00
mo003	h	3,12	Oficial 1ª instalador	17,820	55,598
mo102	h	3,12	Ayudante de instalador	16,100	50,232
mt35azi020a	ud	1	Ampere Square 6.5. Ampere-Energy	8000,00	8000,00
mt35cun030f	m	5	Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-2.	3,08	15,40
mt35cun030i	m	15	Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-2.	8,38	125,7
mt35cun030b	m	11	Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su	0,37	4,07

			tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-2.		
mt35aia010c	m	5	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,39	1,95
mt35aia010d	m	15	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,59	8,85
mt35aia010a	m	11	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,26	2,86
mo003	h	4,01	Oficial 1ª electricista	17,820	71,458
mo102	h	4,01	Ayudante electricista	16,100	64,561
				Total	11580,68

ONCE MIL QUINIENTOS OCHENTA EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS (11.580,68).

4. Resumen

Instalaciones	Importe
Instalación eléctrica	5.474,84
Instalación ACS	1.281,75
Instalación fotovoltaica	11580,68
Presupuesto de ejecución material	18.337,27
17% Gastos generales	3.117,34
6% Beneficio Industrial	1.100,24
Presupuesto	22.554,85
7% IGIC	1.578,84
Presupuesto + IGIC	24.133,69

Suma el presente presupuesto más IGIC la cantidad de:

VEINTICUATRO MIL CIENTO TREINTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y NUEVO CÉNTIMOS (24.133,69).

ANEXO I: RESUMEN Y CONCLUSIONES

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Resumen.....	pág. 5
2. Conclusiones.....	pág. 6

1. Resumen

La realización del presente proyecto tiene como objetivo el diseño de diferentes instalaciones de una vivienda unifamiliar y analizar cómo se gestiona la energía generada, mediante paneles fotovoltaicos, de una manera inteligente y sostenible.

En primer lugar, se ha dimensionado la instalación eléctrica. Para ello, hay que conocer el grado de electrificación de la casa. Sabiendo la superficie habitable y las instalaciones con las que va a contar la vivienda (aire acondicionado, secadora...) se ha determinado que el grado de electrificación es elevado. Tras ello, se han seguido las instrucciones y normas pertenecientes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) para dimensionar los diferentes elementos de la instalación eléctrica de la vivienda (conductores, elementos de protección, canalizaciones...). Se ha prestado especial atención a las partes de la instalación referidas a la piscina que, al considerarse un volumen peligroso, se deben tomar más precauciones de lo normal.

Por otro lado, se ha diseñado la instalación de agua caliente sanitaria necesaria para abastecer a cuatro personas. En base al número de personas que reside en la vivienda se obtiene que se han de obtener 120 litros de agua caliente sanitaria al día. El rendimiento de las placas solares varía en base a la radiación solar que son capaces de captar. Para ello, es muy importante el ángulo de inclinación (β) del módulo, que en nuestro caso será de 35° , y el ángulo de acimut (α), que se refiere a la orientación de dicho módulo, que en nuestro caso es de 0° (está orientada al sur). Realizando los cálculos pertinentes obtenemos que nuestra demanda es abastecida con un solo captador solar.

La última instalación diseñada en este proyecto es la instalación fotovoltaica. Esta instalación se dimensionará para que sea una fuente de apoyo de energía eléctrica, generando más de un tercio (5 kWh) de la energía consumida total. Una instalación fotovoltaica que permitiese que la vivienda fuese energéticamente autosuficiente es imposible diseñarla debido a las características constructivas de la cubierta. De esta manera, se ha dimensionado la instalación para que genere 5 kWh. Para ello, se ha tenido que hacer un estudio de la radiación solar existente, usándose un parámetro llamado horas de sol pico (HSP), en el emplazamiento de la vivienda y se ha obtenido que el ángulo de

inclinación más óptimo, al igual que en el caso de la instalación de agua caliente sanitaria, es de 35°. El ángulo de acimut será, también, de 0°, es decir, que las placas estarán orientadas al sur. El número de placas se ha establecido usando un valor de horas de sol pico (HSP) medio, ya que si usamos el valor del mes crítico, en nuestro caso enero, en la gran mayoría de los meses se generaría más energía de la que la batería es capaz de almacenar. Así, la instalación dimensionada dispondría de 12 placas fotovoltaicas, agrupadas en dos ramas de seis módulos cada una. La corriente eléctrica generada por estas placas es continua, por lo que para su uso doméstico es indispensable convertirla a corriente alterna, mediante un inversor DC/AC. No obstante, para el diseño de nuestra instalación hemos decidido utilizar uno de los productos más completos del mercado, que incluye el inversor DC/AC, el regulador de carga y las baterías. Dicho dispositivo es el Ampere Square 6.5, que es capaz de almacenar 6 kWh. Sin embargo, la característica más importante de este dispositivo es la gestión eficiente que hace de la energía. El software que emplea, llamado AMPi, analiza las tendencias de consumo de los usuarios y gracias a su conexión a internet, sabe cuándo almacenar energía o cuándo comprarla, en función de las previsiones meteorológicas. Para que el sistema sea capaz de todo esto es necesario conectarlo de la manera que viene especificada en el esquema unifilar.

Por último, se ha realizado un estudio de la viabilidad económica referente a la inversión realizada en la instalación de agua caliente sanitaria y fotovoltaica. Usando algunos de los mejores productos del mercado se obtiene, mediante el parámetro TIR, que la inversión se recuperaría en 15 años. Sin embargo, tomando como opción el encontrar productos similares con precios más reducidos, se ha calculado un periodo de retorno de la inversión de 10 años.

Además de lo mencionado anteriormente, en este proyecto se incluyen los planos, pliegos y el presupuesto correspondiente.

2. Conclusiones

Tras haber realizado este trabajo de fin de grado, hemos podido comprobar lo laborioso que es realizar el diseño y dimensionado de cualquier tipo de instalación, ya que este tipo

de trabajos no solo incluye los cálculos o la descripción de las instalaciones, sino también la elaboración de los planos, por ejemplo.

No obstante, gracias a la realización de este proyecto hemos podido ampliar nuestros conocimientos relacionados a la redacción de proyectos técnicos, pero, especialmente, hemos aprendido bastantes aspectos relacionados a las instalaciones fotovoltaicas y de agua caliente sanitaria. La innovación en el mercado de este tipo de instalaciones hace que las instalaciones sean cada vez más eficientes, tal y como se puede comprobar con el producto utilizado en el presente proyecto: Ampere Square. Este tipo de dispositivos, que ya incluyen un sistema de gestión eficiente de la energía que se consume y compra, permiten que este sector siga avanzando y se consigan cada vez resultados más óptimos y que favorezcan al usuario. No obstante, si se desea hacer una inversión en este tipo de instalaciones no se puede esperar un retorno en un corto periodo de tiempo, sino hay que ser paciente, ya que en un espacio medio-largo de tiempo se acaban obteniendo beneficios.

Cabe destacar, también, la responsabilidad que tiene la persona que redacta un documento de este tipo, ya que la calidad de la instalación depende en gran medida de lo contenido en el proyecto.

En definitiva, a pesar de los esfuerzos y el tiempo dedicado estamos muy orgullosos de haber realizado este trabajo de fin de grado, que nos ha servido como herramienta para seguir formándonos en este campo, y también, para aprender a trabajar de manera cooperativa en un proyecto de tal magnitud.

ANEXO II: ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Estudio luminotécnico de la planta baja
2. Estudio luminotécnico de la cubierta

Índice

SISTEMA DE GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN UNA VIVIENDA

Vivienda Unifamiliar

Edificación 1

Planta (nivel) 1

JARDÍN

Sinopsis de locales.....2

Plano de situación de luminarias.....3

DORMITORIO

Sinopsis de locales.....5

Plano de situación de luminarias.....6

BAÑO

Sinopsis de locales.....7

Plano de situación de luminarias.....8

BAÑO 2

Sinopsis de locales.....9

Plano de situación de luminarias.....10

DORMITORIO 2

Sinopsis de locales.....11

Plano de situación de luminarias.....12

HABITACIÓN EXTERIOR

Sinopsis de locales.....13

Plano de situación de luminarias.....14

PLANTA PRINCIPAL

Sinopsis de locales.....15

Plano de situación de luminarias.....16

PATIO INTERIOR

Sinopsis de locales.....18

Plano de situación de luminarias.....19

AUX 1

Sinopsis de locales.....20

Plano de situación de luminarias.....21

AUX 2

Sinopsis de locales.....22

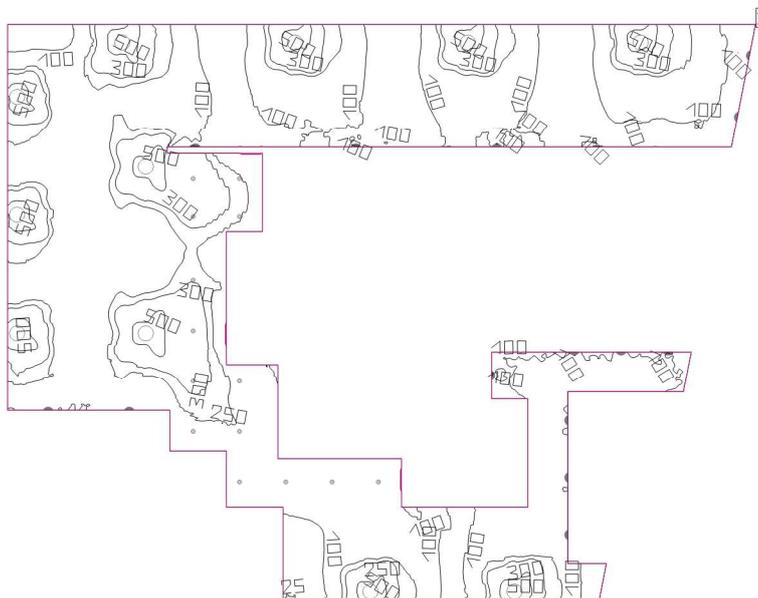
Plano de situación de luminarias.....23

ENTRADA

Sinopsis de locales.....24

Plano de situación de luminarias.....25

JARDÍN



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

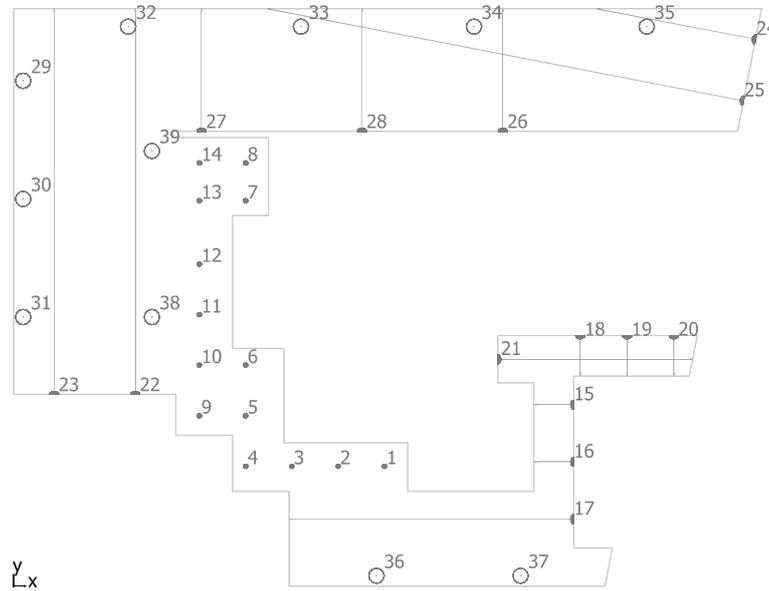
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 12	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	201 (≥ 500)	24.6	643	0.12	0.04

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
11	Philips Lighting - BPP610 1xECO67/830 WRN	5973	68.0	87.8
14	Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
14	Philips Lighting - WL120V LED16S/830	1599	24.0	66.6
Suma total de luminarias		103489	1238.0	83.6

Potencia específica de conexión: 3.93 W/m² (Superficie de planta de la estancia 314.61 m²)

Consumo: 3400 kWh/a de un máximo de 11050 kWh/a

JARDÍN



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	14.401	4.689	2.899
2	12.602	4.689	2.899
3	10.804	4.689	2.899
4	9.006	4.689	2.899
5	9.006	6.668	2.899
6	9.006	8.646	2.899
7	9.006	15.082	2.899
8	9.006	16.561	2.899
9	7.207	6.668	2.899
10	7.207	8.646	2.899
11	7.207	10.625	2.899
12	7.207	12.604	2.899
13	7.207	15.082	2.899
14	7.207	16.561	2.899

Philips Lighting WL120V LED16S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
15	21.755	7.100	2.800
16	21.755	4.860	2.800
17	21.755	2.620	2.800
18	22.006	9.800	2.800
19	23.825	9.800	2.800
20	25.644	9.800	2.800
21	18.800	8.875	2.800
22	4.725	7.500	2.800

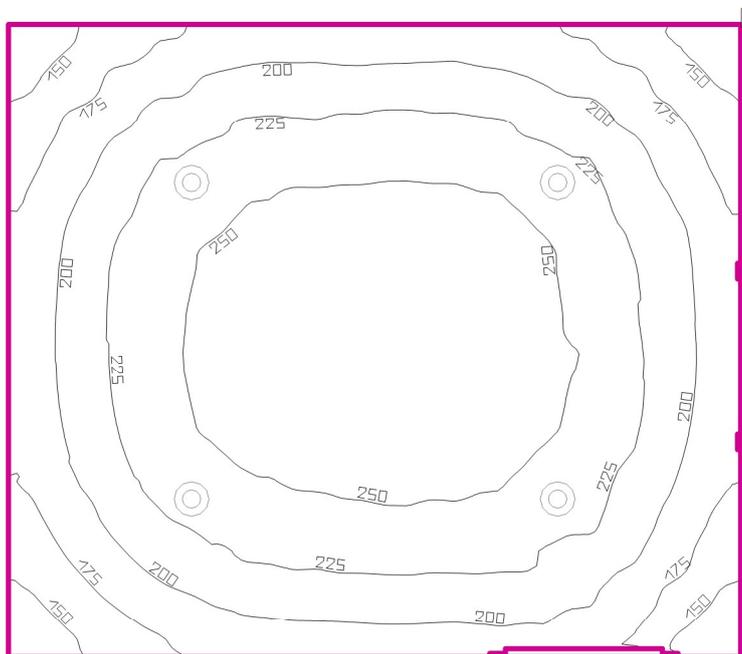
Vivienda Unifamiliar / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / JARDÍN / Plano de situación de luminarias

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
23	1.575	7.500	2.800
24	28.813	21.400	2.800
25	28.345	19.000	2.800
26	19.001	17.800	2.800
27	7.296	17.800	2.800
28	13.532	17.800	2.800

Philips Lighting BPP610 1xEco67/830 WRN

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
29	0.367	19.777	2.200
30	0.367	15.154	2.200
31	0.367	10.531	2.200
32	4.451	21.893	2.200
33	11.162	21.893	2.200
34	17.874	21.893	2.200
35	24.585	21.893	2.200
36	14.088	0.403	2.200
37	19.688	0.403	2.200
38	5.367	10.531	2.200
39	5.367	17.031	2.200

DORMITORIO



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

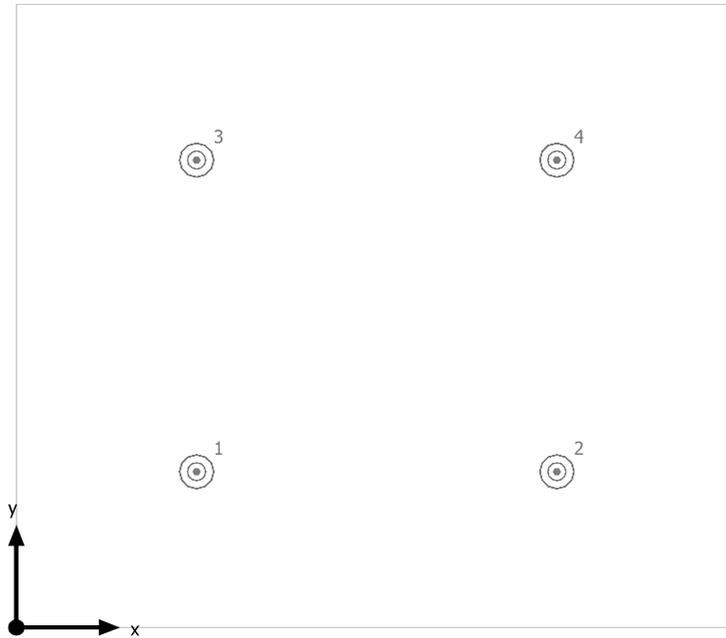
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 DORMITORIO	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	218 (≥ 500)	128	273	0.59	0.47

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
Suma total de luminarias	4400	44.0	100.0

Potencia específica de conexión: 4.12 W/m² (Superficie de planta de la estancia 10.67 m²)

Consumo: 120 kWh/a de un máximo de 400 kWh/a

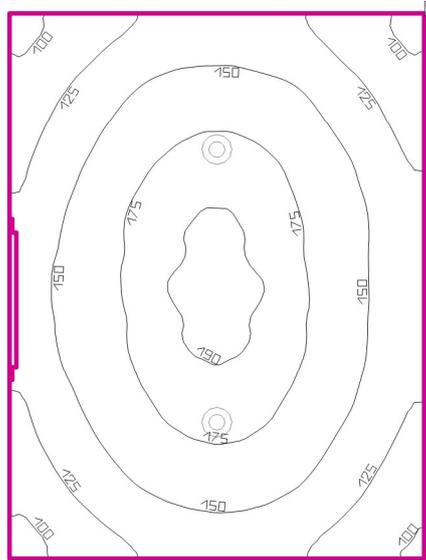
DORMITORIO



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	0.875	0.762	2.899
2	2.625	0.762	2.899
3	0.875	2.287	2.899
4	2.625	2.287	2.899

BAÑO



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

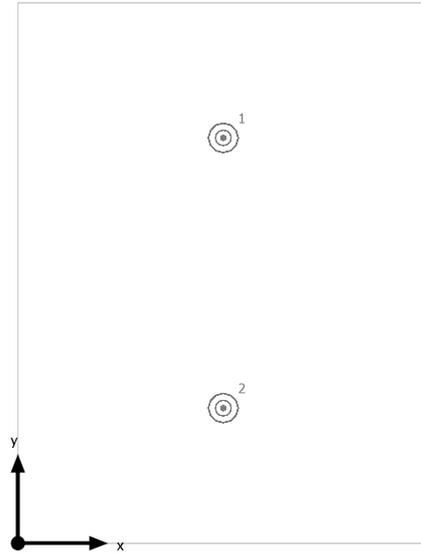
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 BAÑO	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	151 (≥ 500)	92.2	194	0.61	0.48

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
Suma total de luminarias	2200	22.0	100.0

Potencia específica de conexión: 3.14 W/m² (Superficie de planta de la estancia 7.02 m²)

Consumo: 61 kWh/a de un máximo de 250 kWh/a

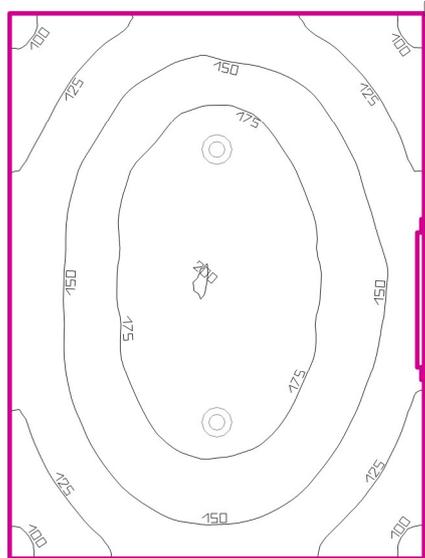
BAÑO



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	1.150	2.287	2.899
2	1.150	0.762	2.899

BAÑO 2



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

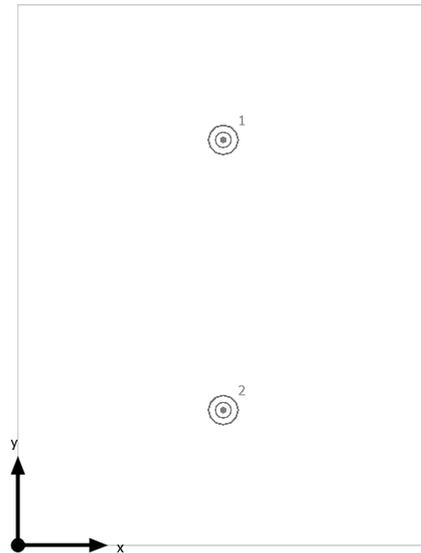
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 BAÑO 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	154 (≥ 500)	95.3	200	0.62	0.48

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2	Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
Suma total de luminarias		2200	22.0	100.0

Potencia específica de conexión: 3.14 W/m² (Superficie de planta de la estancia 7.01 m²)

Consumo: 61 kWh/a de un máximo de 250 kWh/a

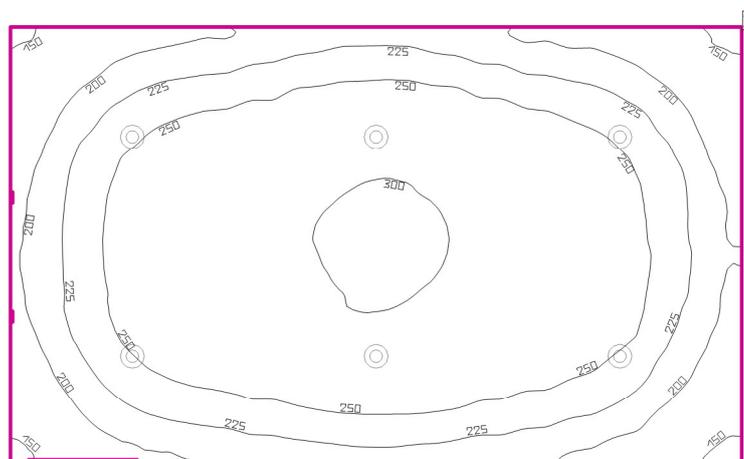
BAÑO 2



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	1.150	2.287	2.899
2	1.150	0.762	2.899

DORMITORIO 2



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

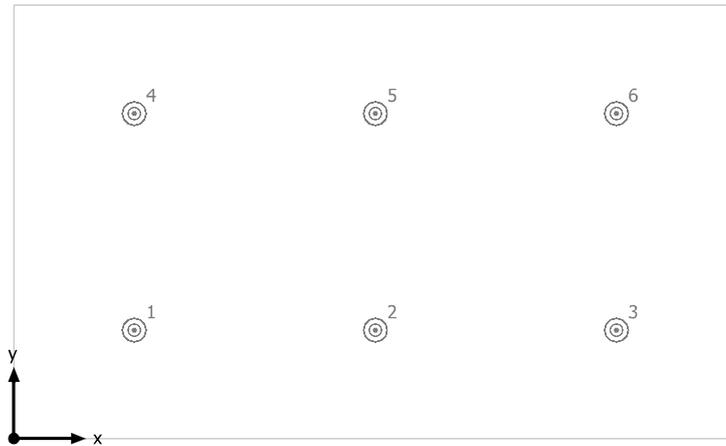
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 DORMITORIO 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	243 (≥ 500)	138	306	0.57	0.45

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
Suma total de luminarias	6600	66.0	100.0

Potencia específica de conexión: 4.29 W/m² (Superficie de planta de la estancia 15.40 m²)

Consumo: 180 kWh/a de un máximo de 550 kWh/a

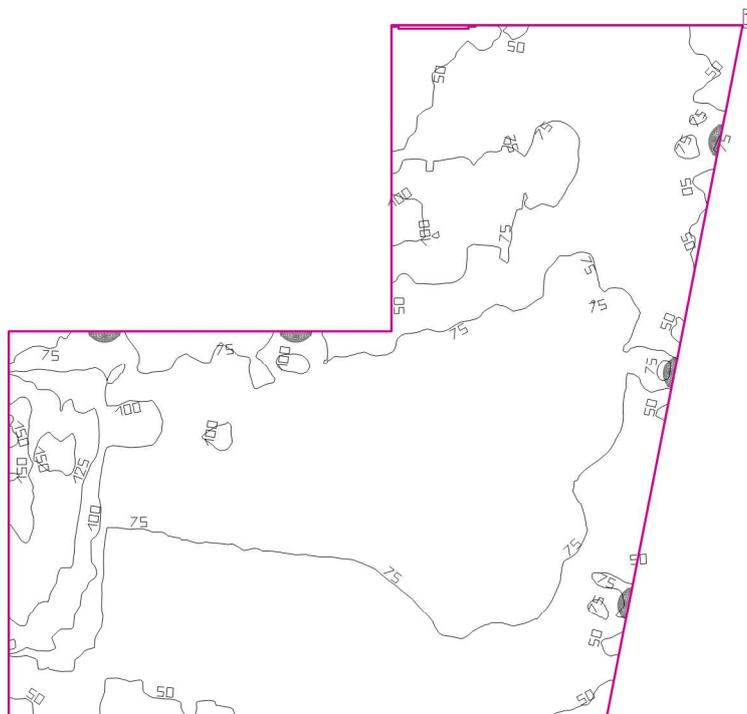
DORMITORIO 2



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	0.842	0.762	2.899
2	2.525	0.762	2.899
3	4.208	0.762	2.899
4	0.842	2.287	2.899
5	2.525	2.287	2.899
6	4.208	2.287	2.899

HABITACIÓN EXTERIOR



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

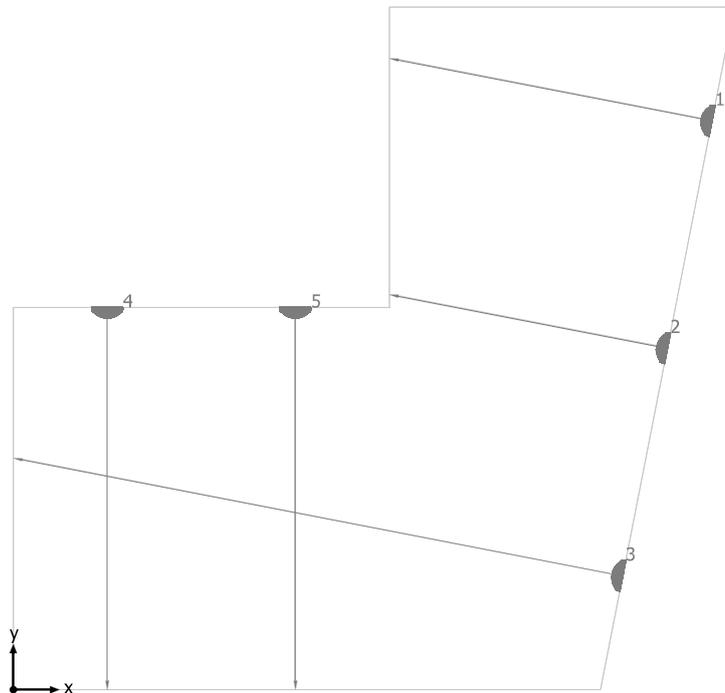
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 HABITACIÓN EXTERIOR	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	77.0 (≥ 500)	35.3	164	0.46	0.22

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
5 Philips Lighting - WL120V LED16S/830	1599	24.0	66.6
Suma total de luminarias	7995	120.0	66.6

Potencia específica de conexión: 3.00 W/m² (Superficie de planta de la estancia 39.96 m²)

Consumo: 330 kWh/a de un máximo de 1400 kWh/a

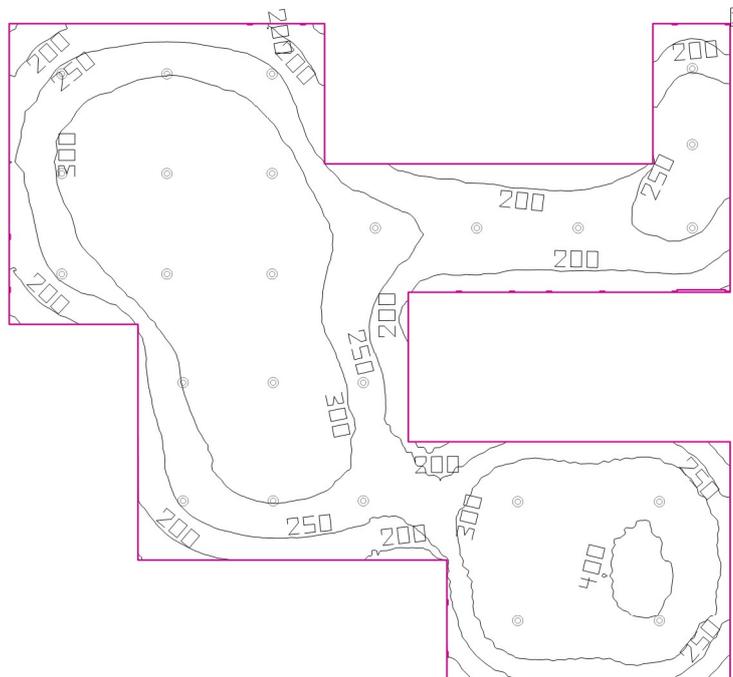
HABITACIÓN EXTERIOR



Philips Lighting WL120V LED16S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	7.619	6.250	2.800
2	7.132	3.750	2.800
3	6.645	1.250	2.800
4	1.025	4.200	2.800
5	3.075	4.200	2.800

PLANTA PRINCIPAL



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 PLANTA PRINCIPAL	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	285 (≥ 500)	141	423	0.49	0.33

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
25	Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
	Suma total de luminarias	27500	275.0	100.0

Potencia específica de conexión: 3.82 W/m² (Superficie de planta de la estancia 72.07 m²)

Consumo: 760 kWh/a de un máximo de 2550 kWh/a

PLANTA PRINCIPAL



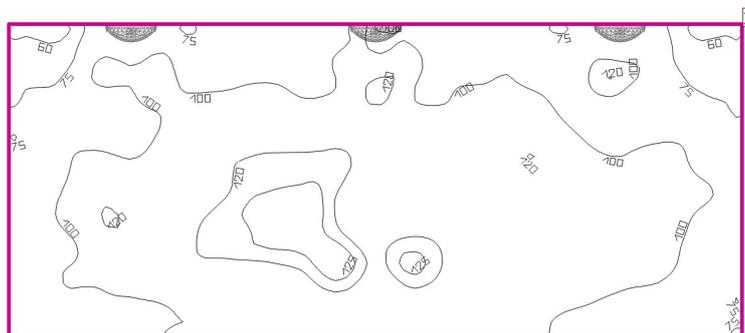
Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	0.817	6.383	2.899
2	2.450	6.383	2.899
3	4.083	6.383	2.899
4	0.817	7.950	2.899
5	2.450	7.950	2.899
6	4.083	7.950	2.899
7	0.817	9.517	2.899
8	2.450	9.517	2.899
9	4.083	9.517	2.899
10	2.700	2.825	2.899
11	4.100	2.825	2.899
12	5.500	2.825	2.899
13	2.700	4.675	2.899
14	4.100	4.675	2.899
15	5.500	4.675	2.899
16	5.687	7.100	2.899
17	7.263	7.100	2.899
18	8.838	7.100	2.899
19	10.613	7.100	2.899
20	10.613	8.400	2.899
21	10.613	9.600	2.899
22	7.900	0.937	2.899

Vivienda Unifamiliar / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / PLANTA PRINCIPAL / Plano de situación de luminarias

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
23	10.100	0.937	2.899
24	7.900	2.812	2.899
25	10.100	2.812	2.899

PATIO INTERIOR



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

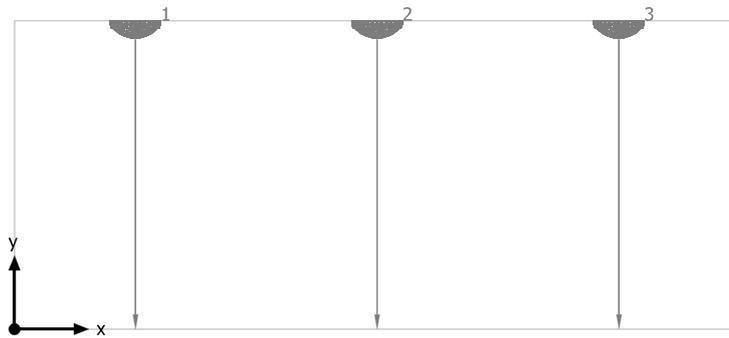
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 PATIO INTERIOR	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	102 (≥ 500)	56.2	128	0.55	0.44

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 Philips Lighting - WL120V LED16S/830	1599	24.0	66.6
Suma total de luminarias	4797	72.0	66.6

Potencia específica de conexión: 7.00 W/m² (Superficie de planta de la estancia 10.29 m²)

Consumo: 200 kWh/a de un máximo de 400 kWh/a

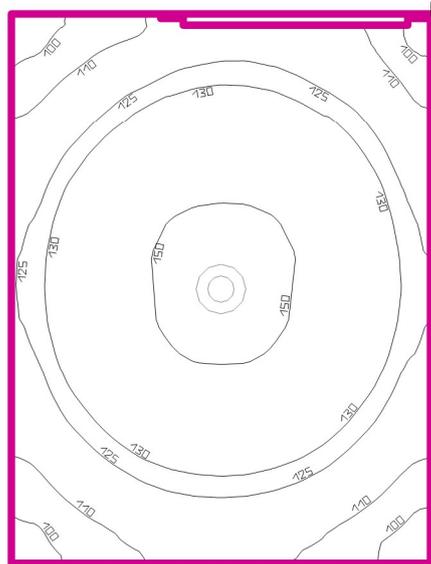
PATIO INTERIOR



Philips Lighting WL120V LED16S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	0.817	2.100	2.800
2	2.450	2.100	2.800
3	4.083	2.100	2.800

AUX 1



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

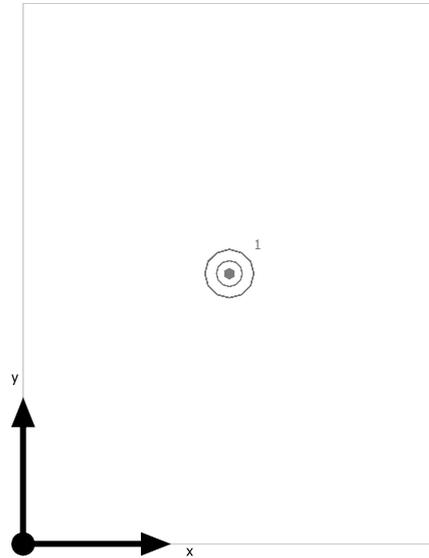
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 AUX 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	129 (≥ 500)	91.8	154	0.71	0.60

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
Suma total de luminarias	1100	11.0	100.0

Potencia específica de conexión: 4.25 W/m² (Superficie de planta de la estancia 2.59 m²)

Consumo: 30 kWh/a de un máximo de 100 kWh/a

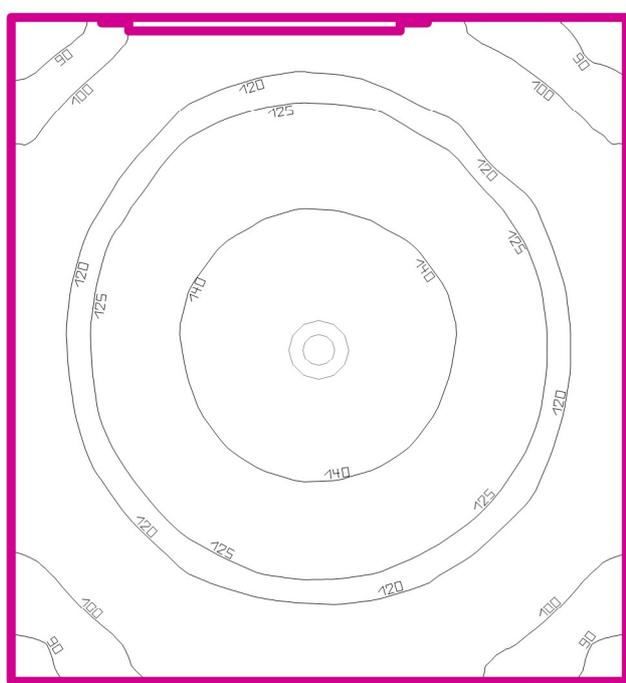
AUX 1



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	0.700	0.925	2.899

AUX 2



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

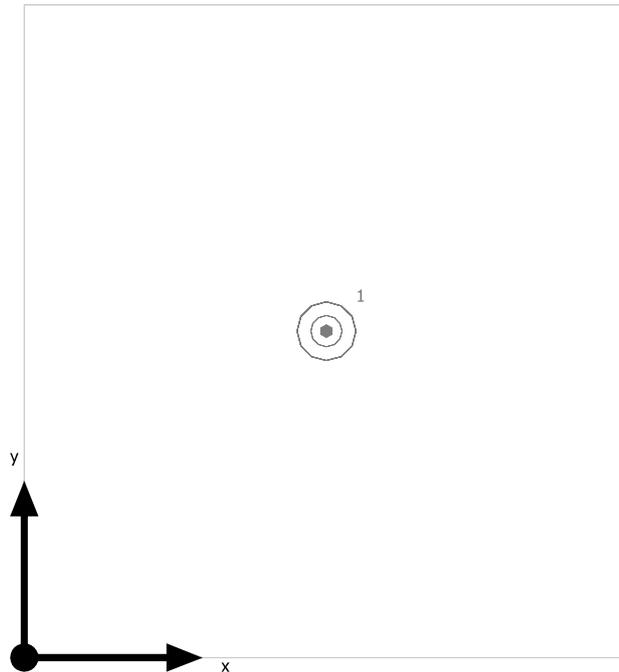
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 AUX 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	121 (≥ 500)	83.8	148	0.69	0.57

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
Suma total de luminarias	1100	11.0	100.0

Potencia específica de conexión: 3.50 W/m² (Superficie de planta de la estancia 3.14 m²)

Consumo: 30 kWh/a de un máximo de 150 kWh/a

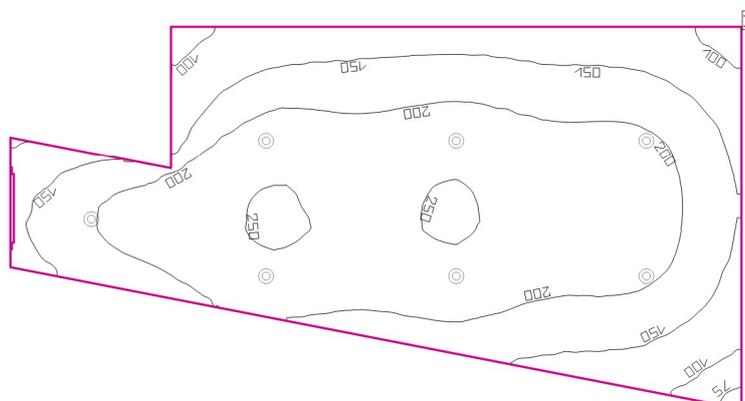
AUX 2



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	0.850	0.925	2.899

ENTRADA



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

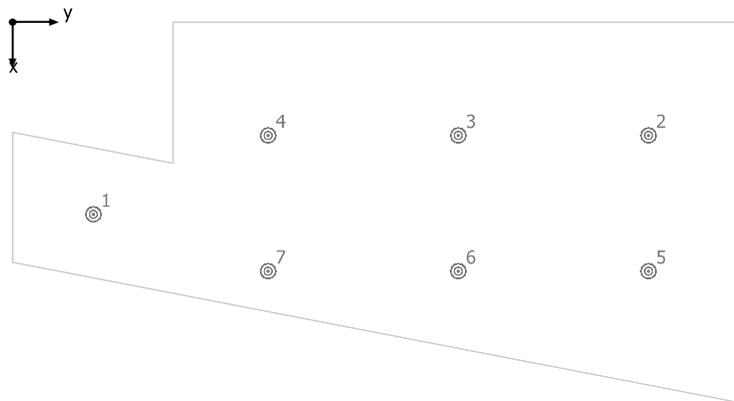
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 ENTRADA	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	190 (≥ 500)	69.2	254	0.36	0.27

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
7 Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
Suma total de luminarias	7700	77.0	100.0

Potencia específica de conexión: 3.11 W/m² (Superficie de planta de la estancia 24.80 m²)

Consumo: 210 kWh/a de un máximo de 900 kWh/a

ENTRADA



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	2.113	0.882	2.899
2	1.246	6.933	2.899
3	1.246	4.860	2.899
4	1.246	2.787	2.899
5	2.737	6.933	2.899
6	2.737	4.860	2.899
7	2.737	2.787	2.899

Índice

SISTEMA DE GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN UNA VIVIENDA

Cubierta

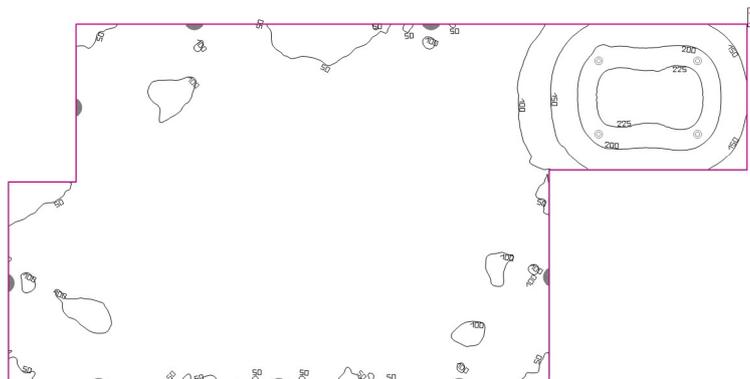
Edificación 1

Planta (nivel) 1

Cubierta

Sinopsis de locales.....	2
Plano de situación de luminarias.....	3

Cubierta



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

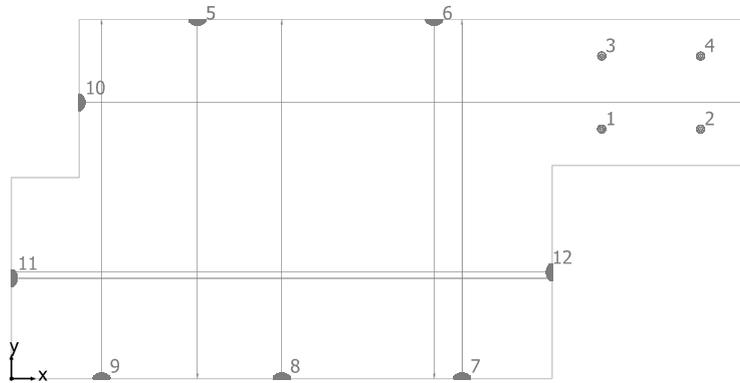
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Cubierta	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [Ix] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	88.1 (≥ 500)	35.5	237	0.40	0.15

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4	Philips Lighting - DN131B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
8	Philips Lighting - WL120V LED16S/830	1599	24.0	66.6
Suma total de luminarias		17192	236.0	72.8

Potencia específica de conexión: 2.57 W/m² (Superficie de planta de la estancia 91.89 m²)

Consumo: 650 kWh/a de un máximo de 3250 kWh/a

Cubierta



Philips Lighting DN131B D165 1xLED10S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	12.225	5.212	2.899
2	14.274	5.211	2.899
3	12.226	6.737	2.899
4	14.275	6.736	2.899

Philips Lighting WL120V LED16S/830

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
5	3.851	7.500	2.800
6	8.754	7.500	2.800
7	9.333	0.000	2.800
8	5.600	0.000	2.800
9	1.867	0.000	2.800
10	1.400	5.767	2.800
11	0.000	2.100	2.800
12	11.200	2.225	2.800

ANEXO III: HOJAS DE ESPECIFICACIONES

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Índice

1. Aquae Domus Gamesa Solar
2. SunModule Plus SW 290/300 MONO
3. Ampere Sqaure
4. CoreLine Downlight
5. CoreLine Wall-mounted
6. Stela+ gen2 Round

Sistema Doméstico ACS

Aquae Domus

Gamesa Solar incorpora a su oferta en el sector de la energía solar una gama de sistemas prefabricados compactos indirectos de circulación natural, que a continuación detallamos:

Nº captadores	Volumen acumulador	Material acumulador	Estructura
1	160 litros	Vitrificado	Terraza plana Tejado
		Inoxidable	Terraza plana Tejado
2	300 litros	Vitrificado	Terraza plana Tejado
		Inoxidable	Terraza plana Tejado



CAPTADORES

Estos sistemas compactos incluyen captadores de la nueva generación de Gamesa Solar, una unidad para el compacto de 160 litros y dos para el de 300 litros.

Los absorbedores son de tipo parrilla, con 7 tubos paralelos de diámetro interno 10 mm y con tubos colectores de 22 mm. Las pérdidas de carga con esta configuración son muy bajas, lo que supone una importante ventaja en sistemas de circulación natural. Captador fabricado mediante tecnología "sputtering".

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CAPTADOR

- **Dimensiones:** 2120 x 1050 x 86,2 mm
- **Peso:** 38 kg
- **Área de apertura:** 2,1 m²
- **Cobertura:** Vidrio templado de bajo contenido en hierro de 4 mm de espesor
- **Caja del captador:** carcasa de aluminio anodizado
- **Aislamiento térmico:** fibra de vidrio de 35 mm de espesor en el fondo y 15 mm en los laterales
- **Rendimiento óptico:** 0,71
- **Factor de pérdidas:** 5,5

ACCESORIOS

Se incluyen los siguientes accesorios para el conexionado:

- Válvula anti-retorno
- Válvula de seguridad del primario
- Dos tramos de tubo de acero inoxidable ondulado para el conexionado de los captadores al acumulador, que incluyen aislamiento
- Válvula esfera MH para la entrada de agua fría de consumo
- Juego de llave llenado-vaciado primario
- Codo de unión HM 1/2" x 1 unidad
- Codo de unión MH 3/4" x 2 unidades
- Codo de unión MH 3/4" x 1 unidad
- Racores para la unión de los captadores (modelo de dos captadores)

Sistema Doméstico ACS

Aquae Domus

DEPÓSITOS ACUMULADORES

Se ofrecen dos volúmenes de acumulación, 160 y 300 l, y dos calidades, acero vitrificado y acero inoxidable. Son depósitos de doble envoltente, con un diseño que permite eliminar la necesidad de vaso de expansión externo.

Acumulador de acero vitrificado:

Tanque interior: de acero negro (1) de 2,5 mm de espesor:

Interior: doble vitrificado, cocido a 860 °C.

Exterior: vitrificado, cocido a 860 °C.

Doble envoltente: acero (2) de bajo contenido en carbono, espesor 2 mm.

Entrada (3) y salida (4) del doble envoltente: Tubos de bronce M3/4".

Entrada de agua fría (5) y salida de agua caliente a la red (6): Tubos de bronce M3/4".

Toma de conexión de la válvula de seguridad: tubo de bronce (7) M1/2".

Aislamiento térmico: Poliuretano rígido inyectado (8) de gran densidad (40 kg/m³) de 50 mm de espesor.

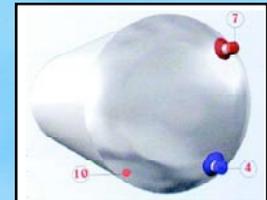
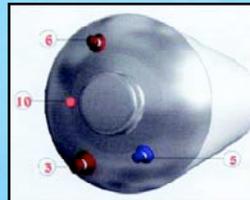
Protección exterior: aluminio anodizado (9).

Tapas laterales: aluminio anodizado (10).

Protección: ánodo de magnesio de Ø = 22 mm, L = 300 mm (sustituible) (11).

Tapa que contiene la junta porta-resistencia-porta-ánodo (12).

Resistencia eléctrica de cobre (13) con termostato de control unipolar y seguridad bipolar incorporado, de potencia diferente, según el país de destino.



	160 l	300 l
Dimensiones	1320 x 530 mm	2050 x 580 mm
Peso	48 (inox) - 57 (vitr.)	76 (inox) - 83 (vitr.)
Capacidad de la envoltente	4,6 l	6,2 l

Estructura

Se incluyen estructuras de aluminio para el anclaje sobre terraza plana o sobre tejado, con todos los accesorios necesarios para el montaje.

También disponibles en acero galvanizado.

Garantía: De 8 años sobre los captadores.



Sunmodule® Plus

SW 290 / 300 MONO



Data sheet



HIGH QUALITY ENGINEERING BY SOLARWORLD

More than 40 years of technology expertise, ongoing innovation and continuous optimization create the foundation for the performance of Solarworld's high-quality modules. All production steps, from silicon to module, are established at our production sites, ensuring the highest quality for our customers every step of the way. Our modules are extremely flexible when it comes to their application and provide optimal solutions for installation and non-stop performance – worldwide.

- » Especially stable, despite its low weight mechanical resilience of up to 8.5 kN/m²
- » Tested in extreme weather conditions – resistance to salt spray, frost and hail-proof, resistance to ammonia, dust and sand
- » PID-resistant and proven hotspot guarantee
- » Highly-efficient cells (mono PERC) for the highest possible yields
- » Harmonized components such as mounting systems, connector cables, inverters and energy storage systems can be delivered as complete system
- » Patented drainage corners for optimized self-cleaning
- » Front glass with an anti-reflective coating
- » Long-term safety and guaranteed top performance – At least 97% of nominal power in the first year – 25-year linear performance warranty 20-year product warranty



Sunmodule[®] Plus

SW 290 / 300 MONO



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

		SW 290	SW 300
Maximum power	P_{max}	290 Wp	300 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	39.6 V	40.0 V
Maximum power point voltage	U_{mpp}	31.9 V	32.6 V
Short circuit current	I_{sc}	9.75 A	9.83 A
Maximum power point current	I_{mpp}	9.20 A	9.31 A
Module efficiency	η_m	17.30 %	17.89 %

Measuring tolerance (P_{max}) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled, ID 0000039351)

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5

		SW 290	SW 300
Maximum power	P_{max}	219.6 Wp	226.7 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	36.7 V	37.0 V
Maximum power point voltage	U_{mpp}	29.5 V	30.2 V
Short circuit current	I_{sc}	7.99 A	8.06 A
Maximum power point current	I_{mpp}	7.43 A	7.52 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m², 97% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Power sorting	-0 Wp / +10 Wp
Maximum system voltage IEC	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40°C - +85°C
Maximum Design Loads (Two rail system)*	+5.4 kN/m ² / -3.1 kN/m ²
Maximum Design Loads (Three rail system)*	+8.5 kN/m ² / -3.1 kN/m ²

*Please refer to the Sunmodule Installation instructions for the details associated with these load cases.

COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Mono crystalline PERC
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	Tempered safety glass (EN 12150)
Back	Film, white
Frame	Black anodized aluminum
J-Box	IP65
Connector	Amphenol H4 UTX

DIMENSIONS / WEIGHT

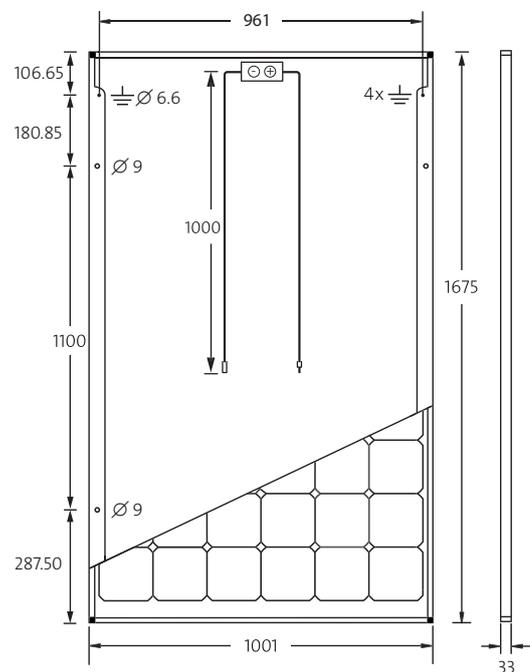
Length	1675 mm
Width	1001 mm
Height	33 mm
Weight	18.0 kg

THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
TK I_{sc}	0.070 %/K
TK U_{oc}	-0.29 %/K
TK P_{mpp}	-0.39 %/K

ORDERING INFORMATION

Order number	Description
82000482	Sunmodule Plus SW 290 mono
82000432	Sunmodule Plus SW 300 mono



CERTIFICATES AND WARRANTIES

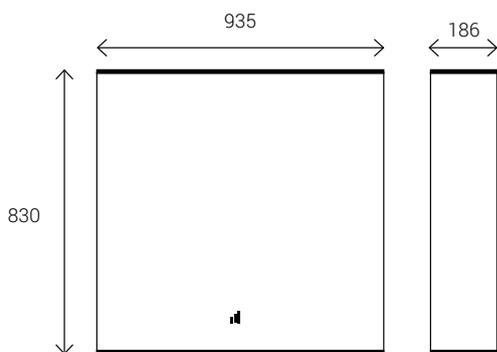
Certificates	IEC 61730	IEC 61215	UL 1703
	IEC 62716	IEC 60068-2-68	IEC 61701
Warranties	Product Warranty	20 years	
	Linear Performance Guarantee	25 years	



OFFICIAL DISTRIBUTOR

SunFields Europe | info@sfe-solar.com | www.sfe-solar.com

SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.



AMPERE SQUARE

Bienvenido al nuevo modelo energético. Ya puedes producir tu propia energía, guardarla y consumirla cuando quieras. Ampere Square está diseñado para alcanzar la máxima eficiencia de una instalación fotovoltaica. Es la versión más versátil para uso doméstico.

Más información en ampere-energy.com

✔ Sistema "All In One"

Todo lo necesario en un único equipo: inversor FV, módulos de batería y EMS (gestor de energía)

✔ Independencia energética

El sistema Ampere Energy está pensado para conseguir la máxima independencia energética. Bienvenido al Autoconsumo inteligente.

✔ APP

Gracias a la aplicación AMPi, podrás monitorizar tu equipo de forma remota desde cualquier dispositivo móvil.

✔ Tarifa flexible

Gracias a su conexión a internet, se puede elegir la opción más favorable según las tarifas eléctricas flexibles.

AMPERE SQUARE

Especificaciones generales	SQUARE 3	SQUARE 6
Grado IP	IP 22	
Temperatura de trabajo, rango admitido	Entre 0 y + 40 °C	
Humedad relativa (sin condensación)	10 – 90 % (sin condensación)	
Tamaño (mm.)	935 x 830 x 186 mm.	
Peso (kg.)	72 *	91 *
Puertos de comunicación	Wi-Fi / Ethernet / USB	
Modo de operación en la gestión de energía	AMPI (Sistema inteligente de gestión de energía)	
Medidor de energía	Energy Meter bidireccional. Comunicaciones RS485-MODBUS	

Módulo de batería	SQUARE 3	SQUARE 6
Capacidad nominal de almacenamiento	3 kWh	6 kWh
Max. profundidad de descarga (DoD)	95%	
Tipo de batería	Li-ion	
Tensión nominal de la batería	51.8 V	
Tensión de operación	43 - 58.8 V	
Número de ciclos (95 % DoD, 25 °C, / 77° F)	> 6000	
Vida estimada (95 % DoD, 25 °C, / 77° F)	> 15 years	

Electrónica de potencia (AC Output)	SQUARE 3	SQUARE 6	SQUARE 6
Potencia nominal	3 kW		5 kW
Potencia (25 °C) 30 min, 2 min	3500 / 3900 W		6400 / 6900 W
Tensión nominal	230 VAC		
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz		
Corriente nominal	13 A		21.5 A

Entrada Fotovoltaica (DC)	SQUARE 3**	SQUARE 6**	SQUARE 6
Potencia máxima del campo fotovoltaico	6.5 kWp		10 kWp
Rango de tensión MPP	330 - 450 V		
Rango de tensión	300 - 550 V		
Corriente Máxima	20 A		30 A
Números de Strings	2		
MPPT	1		

Conformidad	SQUARE
Normativa. Células de batería	IEC 62133
Normativa. Módulos de batería	CE / IEC 62619
Normativa de transporte	UN 38.3
Electrónica de potencia	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-12, EN 61000-3-11, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS 3100, RD1699/2011, DIN V VDE V 0126-1-1, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N 4105:2011-08, G59/2, G83/2(7), AS4777.2, AS4777.3, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1

* Las medidas, peso y características técnicas son susceptibles de ser modificados por la compañía para mejorar las características del producto.

** El modelo SQUARE 3 Y SQUARE 6 con inversor 3 kW puede adquirirse sin entrada fotovoltaica.

CoreLine Downlight

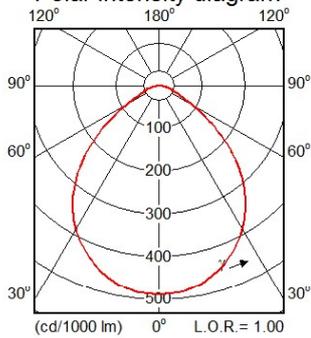
Luminaire : DN131B D165 1xLED10S/830
Total Lamp Flux : 1100 lm
Light Output Ratio : 1.00
Luminous Flux : 1100 lm
Power : 11 W
HxD : 0.10x0.17 m
Ballast : -



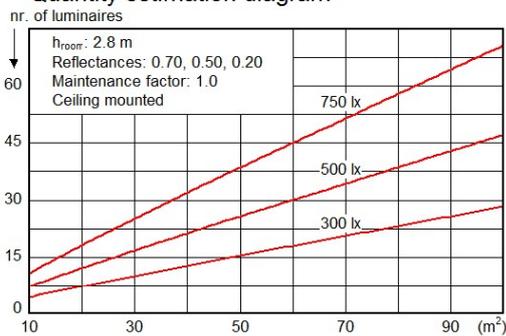
DN131B D165 1xLED10S/830

1 x 1100 lm

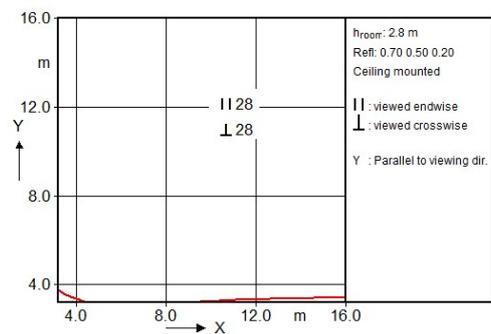
Polar intensity diagram



Quantity estimation diagram



UGR diagram



Light output ratio 1.00
 Service upward 0.00
 Service downward 1.00

CIE flux code 61 90 98 100 100

S/H ratio crosswise max. 1.4
 lengthwise max. 1.4

UGRcen (4Hx8H, 0.25H) 27
 UTE71-121: 1.00C + 0.00T

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)															
	0.80 0.80				0.70 0.70 0.70 0.70				0.50 0.50				0.30 0.30			
	0.80	0.50	0.30	0.10	0.70	0.50	0.30	0.10	0.50	0.30	0.10	0.00	0.30	0.10	0.00	
0.60	0.57	0.54	0.56	0.55	0.53	0.47	0.47	0.42	0.46	0.42	0.40	0.40	0.30	0.10	0.00	
0.80	0.68	0.63	0.67	0.65	0.63	0.56	0.56	0.51	0.55	0.51	0.49	0.49	0.30	0.10	0.00	
1.00	0.76	0.71	0.75	0.73	0.70	0.64	0.63	0.59	0.63	0.59	0.57	0.57	0.30	0.10	0.00	
1.25	0.85	0.78	0.83	0.80	0.77	0.71	0.70	0.66	0.69	0.66	0.64	0.64	0.30	0.10	0.00	
1.50	0.91	0.82	0.89	0.85	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.71	0.69	0.69	0.30	0.10	0.00	
2.00	1.00	0.89	0.97	0.92	0.88	0.84	0.83	0.79	0.81	0.79	0.77	0.77	0.30	0.10	0.00	
2.50	1.05	0.93	1.03	0.97	0.92	0.89	0.87	0.84	0.86	0.83	0.81	0.81	0.30	0.10	0.00	
3.00	1.09	0.96	1.06	1.00	0.95	0.92	0.90	0.88	0.89	0.87	0.84	0.84	0.30	0.10	0.00	
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.94	0.92	0.92	0.91	0.88	0.88	0.30	0.10	0.00	
5.00	1.17	1.01	1.14	1.06	1.00	0.98	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90	0.90	0.30	0.10	0.00	

Ceiling mounted

Luminance Table

Plane Cone	0.0	45.0	90.0
45.0	65081	65081	65081
50.0	55536	55536	55536
55.0	44284	44284	44284
60.0	32641	32641	32641
65.0	23578	23578	23578
70.0	19490	19490	19490
75.0	19050	19050	19050
80.0	18797	18797	18797
85.0	16748	16748	16748
90.0	-	-	-

(cd/m²)

LVA1505035

2017-07-03



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

www.philips.com/lighting

data subject to change

CoreLine Wall-mounted

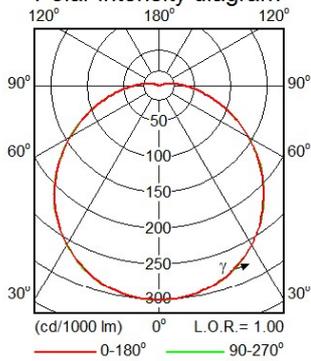
Luminaire : WL120V LED16S/830
Total Lamp Flux : 1600 lm
Light Output Ratio : 1.00
Luminous Flux : 1600 lm
Power : 24 W
HxD : 0.12x0.34 m
Ballast : -



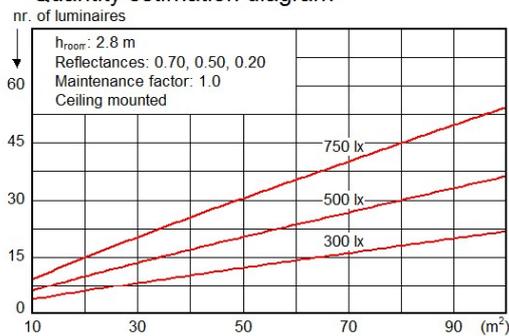
WL120V LED16S/830

1 x 1600 lm

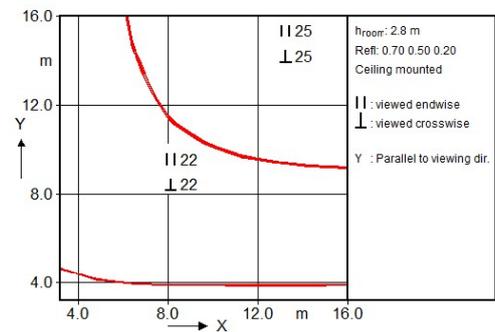
Polar intensity diagram



Quantity estimation diagram



UGR diagram



Light output ratio 1.00
 Service upward 0.05
 Service downward 0.95

CIE flux code 43 72 91 95 100

S/H ratio crosswise max. 1.6
 lengthwise max. 1.7

UGRcen (4Hx8H, 0.25H) 22
 UTE71-121: 0.95E + 0.05T

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)												
	0.80 0.80			0.70 0.70 0.70 0.70			0.50 0.50			0.30 0.30			0.00
	0.80	0.50	0.30	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.46	0.43	0.45	0.44	0.43	0.35	0.34	0.29	0.34	0.29	0.27		
0.80	0.56	0.52	0.54	0.53	0.51	0.44	0.42	0.37	0.41	0.37	0.34		
1.00	0.64	0.59	0.62	0.60	0.58	0.51	0.49	0.44	0.48	0.43	0.40		
1.25	0.72	0.66	0.70	0.68	0.65	0.58	0.56	0.51	0.55	0.50	0.47		
1.50	0.79	0.71	0.76	0.73	0.70	0.63	0.61	0.56	0.60	0.55	0.52		
2.00	0.88	0.79	0.86	0.81	0.78	0.71	0.69	0.65	0.67	0.64	0.60		
2.50	0.95	0.84	0.92	0.87	0.82	0.77	0.75	0.71	0.73	0.69	0.66		
3.00	1.00	0.88	0.96	0.91	0.86	0.81	0.79	0.75	0.76	0.73	0.70		
4.00	1.06	0.92	1.02	0.96	0.90	0.86	0.84	0.81	0.81	0.79	0.75		
5.00	1.10	0.95	1.06	0.99	0.93	0.90	0.87	0.84	0.84	0.82	0.78		

Ceiling mounted

Luminance Table

Plane Cone	0.0	45.0	90.0
45.0	5608	5619	5627
50.0	5323	5332	5340
55.0	5020	5032	5035
60.0	4704	4710	4720
65.0	4386	4390	4397
70.0	4043	4051	4059
75.0	3718	3723	3727
80.0	3402	3402	3407
85.0	3134	3134	3128
90.0	2940	2940	2932

(cd/m²)

LVE2375900

2017-07-03



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)
 All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

www.philips.com/lighting

data subject to change

Stela+ gen2 Round

Luminaire : BPP611 1xECO67/830 WRN
 Total Lamp Flux : 6700 lm
 Light Output Ratio : 0.91
 Luminous Flux : 6097 lm
 Power : 68 W
 HxD : 0.20x0.60 m
 Ballast : -

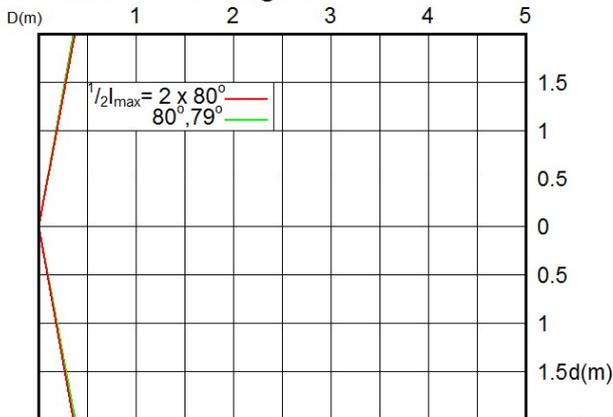


BPP611 1xECO67/830 WRN

L.O.R. = 0.91

1 x 6700 lm

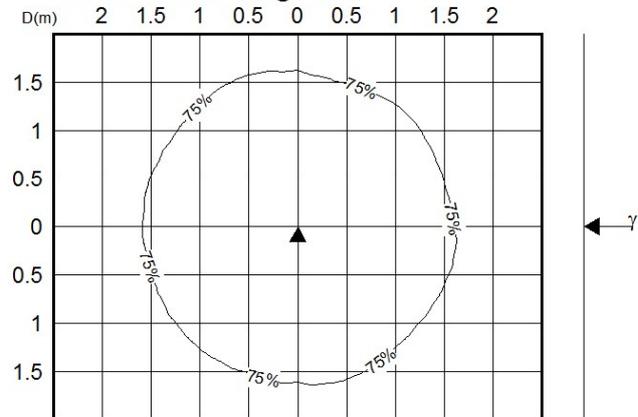
Flood beam diagram



E_0 (lx)	986	247	110	62	39
d_{min} (m)	10.96	21.91	32.87	43.83	54.79

— 0 - 180° — 90 - 270°
 RTE100309

Flood isolux diagram



D is 5 metre $E_{max} = 39$ lux
 Light incidence angle $\gamma = 0^\circ$ M.F. = 1.0

2017-07-03



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

www.philips.com/lighting

data subject to change

