



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



TRABAJO FINAL DE GRADO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA, DOMÓTICA y DE
AUTOCONSUMO PARA CASA RURAL.

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR: SERGIO PEREIRA VICEDO

TUTOR: VICENTE DONDERIS QUILES

CURSO: 2021-22

RESUMEN

El trabajo de fin de grado consistirá en la documentación de una instalación eléctrica de una vivienda de nueva construcción a la que se le dará el uso de casa rural. La instalación será trifásica, aunque todos los receptores serán monofásicos exceptuando la maquinaria del clima que será de aerotermia, tema que trataremos y nombraremos durante el proyecto.

En el proyecto de la instalación eléctrica de la casa rural realizaremos el dimensionado de las protecciones, de los circuitos y de la puesta a tierra. Teniendo en cuenta la derivación individual y todo lo relacionado con la iluminación de emergencia.

Con respecto a la instalación domótica trataremos todo el tema correspondiente a materiales utilizados, su instalación y las posibilidades que este sistema nos ofrece. La domótica se hará mediante protocolo KNX, el cual incluirá el control de todas las botoneras, las luminarias, el riego y algunos enchufes. Además, controlará toda la parte del clima, activando y desactivando las bombas, los fan coils, el suelo radiante y la máquina de aerotermia trifásica.

Por otro lado, realizaremos el proyecto de una instalación de autoconsumo con conexión a red. Esta constará de 20 paneles de 335 W y un inversor trifásico de 6 kW. Trataremos temas como el ahorro, la eficiencia y la recuperación de la inversión, así como de las posibles ayudas que se puede acoger la instalación.

SUMMARY

The final degree project will consist of the documentation of an electrical installation of a newly built house that will be used as a rural house. The installation will be three-phase, although all the receivers will be single-phase except for the climate machinery, which will be aerothermal, an issue that we will discuss and name during the project.

In the project of the electrical installation of the rural house we will carry out the dimensioning of the protections, the circuits and the grounding. Taking into account individual referral and everything related to emergency lighting.

With regard to home automation installation, we will deal with the entire subject corresponding to materials used, their installation and the possibilities that this system offers us. The home automation will be done through KNX protocol, which will include the control of all keypads, lights, irrigation and some plugs. In addition, it will control all part of the climate, activating and deactivating the pumps, the fan coils, the underfloor heating and the three-phase aerothermal machine.

On the other hand, we will carry out the project of a self-consumption installation with a network connection. This will consist of 20 panels and a 6 kW three-phase inverter. We will deal with issues such as savings, efficiency and investment recovery, as well as the possible aid that the installation can receive.

RESUM

El treball de fi de grau consistirà en la documentació d'una instal·lació elèctrica d'una vivenda de nova construcció a què se li donarà l'ús de casa rural. La instal·lació serà trifàsica, encara que tots els receptors seran monofàsics exceptuant la maquinària del clima que serà d'aerotermita, tema que tractarem i anomenarem durant el projecte.

En el projecte de la instal·lació elèctrica de la casa rural realitzarem el dimensionat de les proteccions, dels circuits i de la posada a terra. Tenint en compte la derivació individual i tot allò que s'ha relacionat amb la il·luminació d'emergència.

Respecte a la instal·lació domòtica tractarem tot el tema corresponent a materials utilitzats, la seua instal·lació i les possibilitats que este sistema ens oferix. La domòtica es farà per mitjà de protocol KNX, el qual inclourà el control de totes les botoneres, les lluminàries, el reg i alguns endolls. A més, controlarà tota la part del clima, activant i desactivant les bombes, els fan coils, el sòl radiant i la màquina d'aerotermita trifàsica.

D'altra banda, realitzarem el projecte d'una instal·lació d'autoconsum amb connexió a xarxa. Esta constarà de 20 panells de 335 W i un inversor trifàsic de 6 kW. Tractarem temes com l'estalvi, l'eficiència i la recuperació de la inversió, així com de les possibles ajudes que es pot acollir la instal·lació.

AGRADECIMIENTOS Y MOTIVACIÓN

En primer lugar, me gustaría dedicar unas palabras a todas aquellas personas que han hecho este camino de 4 años más fácil con su granito de arena porque sin ellas nada de esto hubiera sido posible y sobre todo a mis padres y a mi abuela por hacer posible el recibir la educación necesaria para llegar a este punto además de estar siempre que los necesitaba.

Agradecer la labor de mi tutor Vicente Donderis Quiles por todo el tiempo dedicado y por toda su implicación durante este proyecto.

Por último, agradecer a la empresa CtrlB en la que ahora mismo estoy trabajando por formarme como profesional y ofrecerme esta oportunidad, además de toda su implicación en la buena realización de este trabajo, aportando los conocimientos y los datos necesarios para su realización.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
1.1.	OBJETIVO DEL TFG	7
1.2.	ALCANCE DEL TFG	7
1.3.	JUSTIFICACIÓN DEL TFG	8
2.	DESCRIPCIÓN DE LA CASA RURAL	9
2.1.	OBJETO DEL PROYECTO	9
2.2.	UBICACIÓN Y DIRECCIÓN	9
2.3.	ESTANCIAS Y DIMENSIONES.....	10
2.4.	ALCANCE DEL PROYECTO	11
3.	INSTALACIÓN ELECTRICA.....	13
3.1.	MEMORIA.....	13
3.1.1.	CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)	13
3.1.2.	PREVISION DE POTENCIAS.....	15
3.1.3.	POTENCIA A CONTRATAR.....	16
3.1.4.	DERIVACIÓN INDIVIDUAL	17
3.1.5.	ELECCIÓN DE CONDUCTORES.....	17
3.1.6.	CIRCUITOS INTERIORES	19
3.1.7.	CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN	25
3.1.8.	INSTALACIÓN DE LOS CIRCUITOS INTERIORES	28
3.1.9.	CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES.....	30
3.1.10.	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA	33
3.1.11.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	36
3.2.	CÁLCULOS.....	38
3.2.1.	PREVISION DE CARGAS Y POTENCIA INSTALADA.....	38
3.2.2.	CALCULO DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	39
3.2.3.	CÁLCULO DE LOS FUSIBLES DE LA CPM.....	42
3.2.4.	ELECCIÓN DEL INTERRUPTOR GENERAL DE PROTECCIÓN Y PODER DE CORTE...44	
3.2.5.	CALCULO SECCIÓN CIRCUITOS INTERIORES	47
3.2.6.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS. PUESTA A TIERRA.	49
3.2.7.	CALCULOS ALUMBRADO DE EMERGENCIA	50
3.3.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	52
3.3.1.	CALIDAD DE LOS MATERIALES	52
3.3.2.	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	54

3.3.3.	PRUEBAS REGLAMENTARIAS	56
3.3.4.	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	57
3.3.5.	CERTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN	57
3.3.6.	PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.....	58
3.3.7.	LIBRO DE ORDENES	58
3.4.	PRESUPUESTO	59
3.5.	ANEXO.....	68
4.	INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO	69
4.1.	MEMORIA.....	69
4.1.1.	OBJETO.....	69
4.1.2.	NORMATIVA APLICADA.....	69
4.1.3.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN.....	71
4.1.4.	RADIACIÓN Y PRODUCCIÓN	71
4.1.5.	CONSUMOS ESTIMADOS.....	76
4.2.	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	80
4.2.1.	MÓDULO FOTOVOLTAICO	80
4.2.2.	ESTRUCTURAS.....	81
4.2.3.	DISTANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS.....	81
4.2.4.	INVERSOR	82
4.2.5.	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	84
4.2.6.	CABLEADO	84
4.2.7.	PROTECCIONES Y MEDIDA.....	85
4.3.	CÁLCULOS.....	87
4.3.1.	CARACTERÍSTICAS MÓDULO FOTOVOLTAICO	87
4.3.2.	CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR	88
4.3.3.	CÁLCULO DE LÍNEAS.....	89
4.3.4.	CÁLCULO DE PROTECCIONES.....	92
4.3.5.	AYUDAS Y SUBVENCIONES	95
4.3.6.	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	96
4.4.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	104
4.4.1.	DEFINICIONES	104
4.4.2.	DISEÑO	105
4.4.3.	COMPONENTES Y MATERIALES	107
4.4.4.	RECEPCIÓN Y PRUEBAS	112
4.4.5.	CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA.....	113

4.4.6.	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO	114
4.5.	PRESUPUESTO	118
4.6.	ANEXO.....	119
5.	INSTALACIÓN DOMÓTICA.....	120
5.1.	INTRODUCCIÓN	120
5.1.1.	USOS DE LA DOMÓTICA	121
5.1.2.	SISTEMA KNX	122
5.2.	MEMORIA.....	130
5.2.1.	FUNCIONES DE LA INSTALACIÓN DOMÓTICA.....	130
5.2.2.	TOPOLOGÍA.....	131
5.2.3.	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN Y SU CONEXIONADO.....	133
5.2.4.	DISTRIBUCIÓN Y DIRECCIONAMIENTO FÍSICAS DE LOS COMPONENTES	141
5.3.	ANEXO.....	147

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO DEL TFG

El objetivo de este TFG será realizar el estudio de la instalación eléctrica trifásica para una vivienda con grado de electrificación elevado, ya que esta vivienda de nueva construcción estará destinada a utilizarse como casa rural.

Paralelamente se realizará el proyecto para la instalación domótica mediante el sistema KNX, y por último haremos documentaremos una instalación de autoconsumo, formada por 20 paneles solares de 335 W y un inversor trifásico de 6 kW.

1.2. ALCANCE DEL TFG

Tanto para realizar el proyecto de la instalación domótica como para el proyecto de autoconsumo deberemos primero haber realizado el proyecto de la instalación eléctrica de la casa, ya que todos los demás apartados serán dependientes de este para poder funcionar.

- Para la instalación eléctrica deberemos de tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Sistema de puesta a tierra de la instalación, ya que deberá de cumplir con el reglamento.
 - Previsión de las cargas y la potencia que será necesaria, así como una buena distribución de las cargas entre las fases para que el sistema trifásico este equilibrado.
 - Cálculo y descripción de la derivación individual.
 - El cuadro de mando y protección además de los circuitos interiores y sus respectivas protecciones y secciones reglamentarias.
 - Cálculo del alumbrado de emergencia.

- Para la instalación domótica deberemos de tener en cuenta lo siguiente:
 - Sistema que se empleará para la instalación y el control de la domótica en la vivienda. En nuestro caso será mediante sistema KNX por lo que se redactará una introducción de cómo funciona este sistema, particularidades y material.
 - Funciones que desempeñará la instalación domótica, así como la topología de la instalación, la descripción de los componentes domóticos elegidos y su conexión
 - Distribución y direcciones físicas de los diversos elementos domóticos que se instalarán en la vivienda.
 - Características a la hora de realizar la instalación domótica en protocolo KNX, la forma de controlar este sistema y las posibilidades que nos ofrece.

- Para la instalación de autoconsumo deberemos de tener en cuenta lo siguiente:
 - Estudio del consumo previsto para la casa rural. Todo se realizará de forma estimada ya que aún no se han recibido facturas eléctricas ni se sabe que afluencia tendrá.
 - Diseñar la instalación a partir de los consumos estimados, calculando así la potencia a instalar y los materiales necesarios para hacerlo, es decir, cantidad de placas, potencia del inversor y protecciones necesarias.
 - Estimación de la rentabilidad de la inversión, calculando en cuanto tiempo se puede recuperar la inversión de esta instalación y cuanto ahorro se puede conseguir
 - Ayudas y trámites necesarios para realizar este tipo de instalación

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL TFG

Se ha elegido hacer este tipo de TFG debido a que toca muchas ramas de nuestra carrera, (Instalaciones de baja tensión, domótica y energías renovables) por lo que se trata de un proyecto muy completo, cosa que nos hará aprender mucho de todos los temas tratados.

Otra razón por la que se eligió este tipo de proyecto es por el auge de la domótica y de las instalaciones de autoconsumo, por lo que mediante este TFG se ha profundizado bastante en el sistema KNX y en sus posibilidades dentro de la domótica, además de tratar las instalaciones de autoconsumo las cuales son muy populares hoy en día, ofreciéndonos grandes posibilidades de trabajo.

La intención de hacer este tipo de TFG es el tener la oportunidad de poder profundizar más en temas vistos durante la carrera y tratarlos de forma práctica, ya que al realizar las practicas extracurriculares dentro de una empresa especializada en instalaciones eléctricas y en domótica existe la posibilidad de aprender nuevos conceptos y de poder plasmarlo así en nuestro trabajo de fin de grado.



Ilustración 2: fotografía fachada de la Casa rural

2.3. ESTANCIAS Y DIMENSIONES

La construcción de la casa es algo peculiar ya que, aunque toda la construcción es moderna en la planta de abajo se ha respetado la fachada de la casa anterior, la cual tenía alrededor de 200 años de antigüedad. En la planta superior lo que se ha hecho es instalar una casa prefabricada de madera, teniendo que adaptar la estructura a esta casa prefabricada, lo que añade bastante dificultad a la hora de que los cables de toda la instalación eléctrica no sean vivibles.

La casa está formada por 15 estancias divididas en las dos plantas que dispone. La casa está preparada para albergar un máximo de doce huéspedes, ya que hay cinco habitaciones dobles y dos sofás cama situados en el salón de la planta de arriba. Cada habitación cuenta con baño propio y posibilidad de controlar la temperatura independientemente.

ESTANCIA	SUPERFICIE m^2
SALÓN PB	37,1
BAÑO PB	2,4
HABITACIÓN 1	10
BAÑO 1	4,8
SALA TÉCNICA PB	4
COMEDOR/COCINA	29,8
SALON	15,8
TERRAZA PB	55,3
PORCHE TERRAZA	9,4
RECIBIDOR	37,1

Tabla 1: Estancias de la Casa rural PB

SUPERFICIE PLANTA BAJA m^2	
EDIFICADO	108,5
SIN EDIFICAR	71,5
TOTAL PB	190

ESTANCIA	SUPERFICIE m^2
SALÓN P1	20,18
HABITACIÓN 2	17,1
BAÑO 2	3,3
HABITACIÓN 3	15,6
BAÑO 3	3,3
HABITACIÓN 4	14,8
BAÑO 4	3
HABITACIÓN 5	13,6
BAÑO 5	3
TERRAZA P1	14,9
SALA TÉCNICA P1	2,5

Tabla 2 Estancia de la casa rural P1

SUPERFICIE PLANTA PRIMERA m^2	
EDIFICADO	108,5
SIN EDIFICAR	17,3
TOTAL P1	125,8

Superficie Total: 315,8 m^2

2.4. ALCANCE DEL PROYECTO

Con respecto a la licencia de actividad de nuestra instalación debemos de tener claro que no se trata de un local de pública concurrencia sino como Residencial Público ya que es así como aparece en el proyecto básico y en el proyecto de actividad:

- Uso Residencial Público

“Edificio o establecimiento destinado a proporcionar alojamiento temporal, regentado por un titular de la actividad diferente del conjunto de los ocupantes y que puede disponer de servicios comunes, tales como limpieza, comedor, lavandería, locales para reuniones y espectáculos, deportes, etc. Incluye a los hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos, etc.”

- Viviendas unifamiliares y apartamentos utilizados bajo un régimen turístico

“La referencia que hace la definición a “apartamentos turísticos” alude a establecimientos tipo apartotel dotados con los servicios y zonas comunes que se citan en la definición, no a apartamentos normales que se gestionen bajo un régimen que, aunque se considere turístico por la administración competente, carece de relevancia para los objetivos de los documentos básicos DB SI y DB SUA, por lo que se consideran uso Residencial Vivienda. Con el mismo criterio, las viviendas unifamiliares utilizadas bajo un régimen turístico también se consideran de dicho uso.”

Lo que significa que no nos regiremos por la normativa de los locales de pública concurrencia, es decir, no seguiremos la ITC-BT-28 Instalaciones en locales de pública concurrencia.

El alcance de este proyecto constará de tres memorias independientes, de manera que tanto la instalación eléctrica, la domótica y la instalación solar de autoconsumo tendrán su parte de memoria descriptiva, cálculos, presupuesto, pliego de condiciones y planos.

En la memoria eléctrica se realizará todo lo correspondiente a la instalación eléctrica de una casa de electrificación elevada, teniendo en cuenta cálculos y el reglamento a seguir. En la memoria de la instalación domótica definiremos como se realiza este tipo de instalaciones, sus características, que elementos estarán integrados y que componentes se utilizarán para ello. Por último, en la memoria de autoconsumo se definirá como realizar una instalación de este tipo, realizando un estudio del consumo esperado y del dimensionamiento de la instalación, así como rentabilidad y ayudas.

En el diseño de la instalación eléctrica se realizarán los cálculos indicados por las diferentes reglamentaciones. Lo requerido para el dimensionamiento de la instalación eléctrica es:

- Previsión de potencias de la vivienda, en función de los circuitos interiores que vaya a integrar la instalación eléctrica de la vivienda.
- Potencia recomendable a contratar, conforme el reglamento de baja tensión, la previsión de potencia y los receptores instalados.
- Derivación individual (DI) y CPM, se concretará su dimensionamiento, características de la instalación, conductores y seguridad.
- Los circuitos interiores, se detalla los circuitos que formará la instalación eléctrica de la vivienda y sus características.
- El tipo de instalación y conductores a emplear en la vivienda.
- Instalación de toma a tierra, conforme las Instrucciones técnicas pertinentes.

En lo que se refiere la instalación domótica, se diseñará según que partes de la vivienda queramos incluir dentro de la domótica:

- Control de la iluminación.
- Control de climatización.
- Control de riego.

Respecto a la instalación de autoconsumo se diseñará según la previsión de consumos que se vayan a tener y en relación de cuanto se quiera cubrir con la instalación de ese consumo.

- Selección de la modalidad de autoconsumo que se quiera para nuestra instalación.
- Estudio de los consumos que se esperan obtener cuando entre en funcionamiento la casa rural
- Elección de los componentes de la instalación con sus respectivas protecciones.
- Estudio de rentabilidad

3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica a realizar tendrá inicio desde la caja general de protección instalada en la fachada de la vivienda hasta el cuadro general de mando y protección de donde partirán los distintos circuitos que alimentarán a toda la vivienda. Este cuadro de mando y protección se situará en la sala técnica de la planta baja.

Todo el diseño y los cálculos necesarios para realizar la instalación eléctrica se detallarán en la memoria técnica, siguiendo lo estipulado por las instituciones técnicas del reglamento electrotécnico de baja tensión y las normas requeridas por la empresa suministradora Iberdrola.

3.1. MEMORIA

3.1.1. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

Para nuestra instalación no será necesario instalar una CGP como indica la MT 2.80.12 Especificaciones particulares para instalaciones de enlace.

“En los suministros para un solo usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar y de acuerdo con los esquemas 2.1 y 2.2.1 de la Instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida. Este elemento se denominará caja de protección y medida (CPM).

La CPM se situará en el límite de propiedad del usuario, lo más cercana posible de la red de distribución, tendrá libre y permanente acceso desde la vía pública.

Su emplazamiento se fijará de común acuerdo entre la propiedad de i-DE, se instalará en el exterior del edificio, en valla, empotrada en la fachada, o en nicho.

La CPM no se podrá instalar en montaje superficial. Se instalará a una altura tal, que los dispositivos de lectura estén situados entre 0,70 y 1,80 m sobre el nivel del suelo, además los fusibles de protección estarán situados a una altura mínima del suelo de 0,30 m.”

- **CPM INSTALADA: CD-CPM2-D/E4-M**
 - Armario subministro trifásico empotrable.
 - 3 Bases fusible seccionable en carga de tamaño 00, hasta 160A.
 - Base de neutro seccionable.
 - Pantalla transparente y aislante con elementos para su precintado.
 - Cableado rígido, clase 2, libre de halógenos, no propagador de incendios y con emisión de humos y opacidad reducida.
 - Envoltura fabricada en poliéster prensado en caliente, reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035.
 - Protección contra polvo y agua IP43 y contra impactos IK10.
 - Doble aislamiento.
 - Auto extinguido a 960º.
 - Clase térmica del poliéster E (150º).
 - Resistente a las principales agresiones químicas, ambientales y a la acción de los UV.

- Cierre mediante tres puntos con llave triangular y sistema de bloqueo por candado.
 - Doble fondo con troqueles realizados.
 - Mirilla para la visualización de su interior.
 - Placa de señalización de riesgo eléctrico
- Criterios para la elección de los fusibles de nuestra CPM:

Debemos de tener en cuenta que para el dimensionamiento de los fusibles tenemos que cumplir estos dos criterios:

- Criterio de protección frente a sobrecargas.
- Criterio de protección frente a cortocircuitos.

1) En la protección contra sobrecargas debemos de satisfacer dos condiciones, según las normas UNE-HD 60364-4-43:3013 y UNE-EN 60269-1:2008.

- La primera condición será: $I_b \leq I_N \leq I_Z$

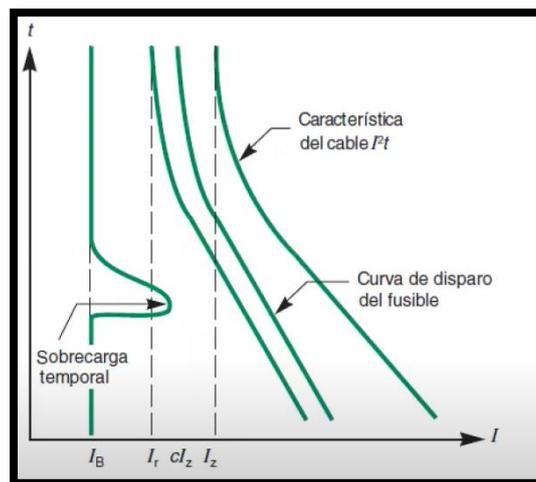


Ilustración 3 protección del circuito mediante fusibles

I_b = Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de carga.

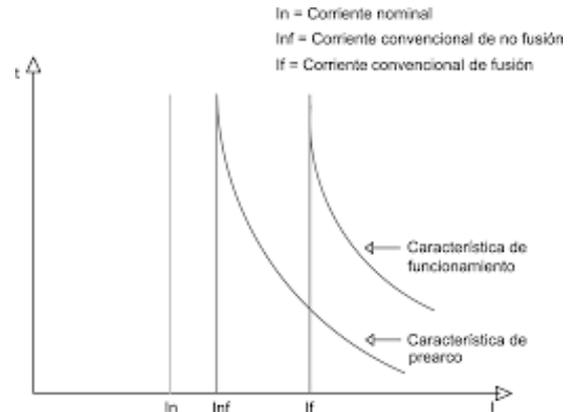
I_N = Corriente nominal asignada al fusible.

I_Z = Corriente admisible por el cable utilizado (ITC-BT-19 y UNE-HD 60364-5-52).

- La segunda condición es: $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$

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

Tabla II



I_f = Corriente convencional de fusión del fusible (norma UNE-EN 60269-6)

I_z = Corriente admisible por el cable.

- 2) En la protección contra cortocircuitos los fusibles se clasifican según su curva de fusión. Definiendo así el poder de corte y la categoría de empleo del fusible.
- El poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor a la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación $PdC \geq I_{cc_{m\acute{a}x}}$

PdC = Capacidad de interrupción en cortocircuito del fusible.

$I_{cc_{m\acute{a}x}}$ = Corriente de cortocircuito máxima presumida en el punto de instalación.

Para nuestra instalación y según lo calculado en el apartado 3.2.3 el valor de nuestros fusibles será de **tipo Gg de 63 A con un poder de corte frente a cortocircuitos de 80 kA**, cumpliendo así con los dos criterios frente a sobretensión y frente a cortocircuitos. Ambos cálculos realizados en el apartado 3.2.3 "Cálculo de los fusibles para CPM"

3.1.2. PREVISION DE POTENCIAS

Para poder realizar una buena instalación eléctrica lo primero que se deberá hacer es una previsión de la potencia que se va a necesitar en la vivienda, ya que sin esto no vamos a poder calcular la derivación individual, los conductores o las protecciones con exactitud.

Lo primero para realizar esa previsión de potencias será saber las posibles cargas que se van a conectar en la vivienda para poder diseñar los respectivos circuitos interiores que compondrán la instalación. El apartado para distribuir las cargas en los distintos circuitos se realizará en un apartado posterior, pero consistirá en obtener la potencia prevista por circuito, según el número de receptores, la potencia y mediante la aplicación de los factores de simultaneidad (F_s) y de utilización (F_u).

Según lo obtenido en el apartado de cálculos, la potencia total trifásica prevista que consume todos los circuitos de la instalación será de:

$$P_t = 26993,25 \text{ W}$$

El factor de simultaneidad total que hemos previsto para nuestra instalación, a la cual se le va a dar un uso distinto que para una vivienda normal, es de 0,5 debido a que al tratarse de una casa rural con bastantes habitaciones y con mucha cantidad de enchufes la potencia prevista según el número de receptores es muy alto. Por el contrario, podemos preveer que el uso que se le va a dar a esta vivienda no implica que los enchufes vayan a estar utilizándose simultáneamente, ni se tiene en cuenta la instalación de nuevos electrodomésticos ni receptores adicionales que vayan a consumir mucho debido a que la ocupación será de huéspedes.

$$P = 13496,62 W$$

3.1.3. POTENCIA A CONTRATAR

Según la ITC-BT-25 las viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m² deben de tener un grado de electrificación elevado como es en nuestro caso, ya que cumplimos con todos los requisitos.

Nuestra instalación es trifásica debido a la máquina de clima que se va a instalar, por lo que teniendo en cuenta la previsión de cargas obtenido y el grado de electrificación que debe ser elevado la potencia a contratar será de:

$$P = 15000 W$$

Recientemente ha cambiado el método de facturación por lo que pasaremos de la tarifa 3.0 A, la cual tenía tres periodos de facturación, a la tarifa 3.0 TD, la cual tiene seis periodos de facturación.

Características de esta nueva facturación:

- El día se divide en 6 periodos tanto para la energía como para la potencia siendo el P1 el más caro y el P6 el más barato.
- El territorio español queda dividido en: Península, Canarias y Baleares.
- Periodos en días de temporada alta: P1, P2 y P6
- Periodos en días de temporada media-alta: P2, P3 y P6
- Periodos en días de temporada media: P3, P4 y P6
- Periodos en días de temporada baja: P4, P5 y P6
- Sábados, domingos y festivos: solo P6

Por último, como requisito deberemos de contratar siempre una potencia mayor de 15 KW en al menos uno de los tramos de facturación (lo recomendable será hacerlo en el último tramo el cual es el más barato) y los demás tramos deberemos de poner la potencia mínima a contratar que hemos calculado.

3.1.4. DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Para realizar la derivación individual de nuestra instalación deberemos de seguir lo estipulado por la ITC-BT-15.

En esta ITC se define lo que es una derivación individual:

“Es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.”

En nuestro caso al tratarse de una vivienda aislada no perteneciente a ningún edificio no partiremos de una centralización de contadores, sino que la derivación individual empezará en un suministro individual situado en la fachada de la vivienda.

La derivación individual discurrirá por debajo de la vivienda, es decir, el conductor aislado irá entubado y enterrado. Previendo que se va a instalar suelo radiante la canalización de la derivación individual irá por debajo de este hasta un cuarto técnico donde se situarán los dispositivos de mando y protección además de todo lo relacionado con las demás instalaciones.

3.1.5. ELECCIÓN DE CONDUCTORES

Para la elección de los conductores adecuados para nuestra instalación primero deberemos de realizar un estudio de todas las cargas que irán en la vivienda, ya mencionado en el apartado anterior.

Dado que nuestra instalación va a tener un suministro trifásico, siguiendo las indicaciones de las ITC correspondientes hemos determinado que para una longitud de 15 metros los conductores a utilizar serán los siguientes:

1x(4x16) Cu RZ1 – K(AS) 0,6/1 kV

Este tipo de cable estará formado por tres conductores (L1, L2, L3) y un neutro de igual sección. El conductor de protección no tendrá que llegar hasta la CPM ya que el anillo de la puesta a tierra se encuentra debajo de la vivienda y el punto de puesta a tierra se encuentra en una arqueta cercana al cuadro general de mando y protección de la casa rural donde se conectará, situado en el cuarto técnico de la planta baja. Todos los conductores serán de cobre flexible protegido por un aislamiento de XLPE (polietileno reticulado). La cubierta exterior será de poliolefina termoplástica libre de halógenos, con una tensión de 0,6/1. La DI tendrá una longitud de 15 m. Los conductores irán protegidos por tubos de 63 mm

Con relación a la protección al fuego este tipo de cable AS determina:

- No propagador de la llama
- Libre de halógenos
- Baja emisión de humos
- No propagador de incendio.

Por último, como determina la ITC-BT-15 los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, el conductor neutro deberá ser de la misma sección que el conductor de fase (Tabla

1. ITC-BT-07) y además no se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

- **Características a tener en cuenta para la elección de los conductores:**

Como se explica en la ITC-BT-15 para realizar una buena elección de los conductores para la derivación individual habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- “La demanda prevista por cada usuario, que será como mínimo la fijada por la RBT-010 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección. A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la ITC-BT-19 y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la ITC-BT-07.”

En nuestro caso, al tratarse de una instalación trifásica la ITC-BT-10 no comenta nada de la potencia mínima trifásica para una vivienda de electrificación elevada. Si la instalación fuera monofásica la ITC-BT-10 sí que dictamina que la potencia mínima será de 9200 W. Debido a esto nos fijaremos en la potencia prevista de nuestra instalación, la cual estará calculada en el apartado 3.2.1. “PREVISION DE CARGAS Y POTENCIA INSTALADA”

- La caída de tensión máxima admisible será:
 - Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
 - Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.
 - Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: 1,5%.”

Respecto a la caída de tensión a la que deberemos limitarnos será de **1,5%** ya que nuestra instalación pertenece al último caso, derivación individual para un único usuario.

1) Criterio por capacidad térmica.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislamiento pueda soportar sin alteraciones de sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

La sección de cada conductor debe ser tal que la intensidad que circula por él no sobrepase la intensidad máxima admisible en servicio permanente para esta sección.

Por lo que el conductor que elijamos deberá de tener una intensidad máxima admisible mayor que la calculada por la fórmula anterior, es decir, que la intensidad de diseño del circuito.

$$I_Z > I_B$$

2) Criterio por caída de tensión.

Se realiza el cálculo, con el fin de asegurar que el conductor tenga una caída de tensión inferior a la exigida por el RBT, en este caso del 1,5 %, debido a que la derivación individual es solo para un usuario.

3.1.6. CIRCUITOS INTERIORES

La instalación eléctrica que se hará en el interior de la vivienda se realizará según lo expuesto en la ITC-BT-25 y dado el grado de electrificación de la vivienda según la ITC-BT-10.

Hay que tener en cuenta que el suministro de nuestra vivienda es trifásico, por lo que en el reglamento no se recoge con exactitud la potencia mínima exigida para una instalación trifásica de un grado de electrificación elevada. Por ello no podemos decir un valor exacto de la potencia mínima prevista por el reglamento, sin embargo, sí que realizaremos un estudio de las cargas posibles de la vivienda y a partir de eso realizaremos del diseño de toda la instalación.

Debido que el suministro es trifásico, y que todas las cargas son monofásicas menos la máquina del clima, deberemos de hacer un buen reparto de los diferentes circuitos monofásicos entre las fases L1, L2 y L3.

CIRCUITO DE UTILIZACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO	FASE PERTENECIENTE
C1	Iluminación PB	L1
C2	Tomas de corriente PB	L2
C3	Tomas de corriente zona técnica	L3
C4	Lavadora	L1
C5	Secadora	L2
C6	Cocina y horno	L3
C7	Lavavajillas	L1
C8	Fan Coil 1	L2
C9	Fan coil 2	L3
C10	Fan Coil 3	L1
C11	Telecomunicaciones y domótica	L2
C12	Extractores	L3
C13	Tomas de corriente baños y cocina P1	L1
C14	Iluminación exterior	L1
C15	Tomas de corriente exterior	L3
C16	Iluminación P1	L2
C17	Baños P1	L3
C18	Tomas de corriente P1	L2
C19	Máquina de climatización trifásica	L1, L2 y L3

Tabla 3 Equilibrado de las fases por circuitos

Según lo calculado en el apartado 3.2.1 “previsión de cargas y potencia instalada” el reparto de las potencias será:

- Potencia en la fase L1: 8429,25 W
- Potencia en la fase L2: 8592,75 W
- Potencia en la fase L3: 8396,25 W

Obteniendo como vemos un reparto muy equitativo de las potencias teniendo como resultado un sistema equilibrado.

C1, C14 y C16 ILUMINACIÓN

Circuitos de distribución interna, destinados a alimentar los puntos de iluminación tanto de la planta baja como de la terraza y de la primera planta, por medio de distintos actuadores domóticos de marca Zenio.

Se ha previsto de una potencia de 1331,25 W repartido entre los tres circuitos con un factor de simultaneidad del 0,75 y un factor de utilización del 0,5. Los puntos de luz se activarán mediante sensores acopladores al bus descrito en la memoria de la instalación domótica, por pulsadores y por botoneras programadas. Se utilizará para la iluminación focos de tipo LEDs de diferentes tipologías, los cuales rondan una potencia de entre 10 y 40 wattios:



Figura 3. Foco LED 40 W destinado a la iluminación de las habitaciones y salón.

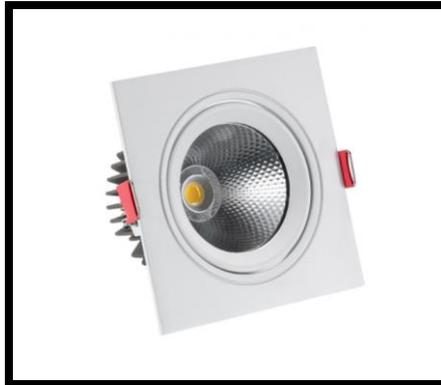


Figura 3.1. Foco downlight LED para empotrar 10 W, destinado a la iluminación de las habitaciones.



Figura 3.2. Tira LED 14,4 w/m destinada a iluminar estancias.



Figura 3.3. Foco empotrable suelo LED 40 W, destinado a iluminar comedor, salón, cocina y habitaciones.



Figura 3.4. Baliza LED negro 1,5 W destinado a iluminar pasillos.



Figura 3.5. Foco LED RGB con pincho 10 W destinado a la iluminación exterior.

C2, C15, y C18 TOMAS DE CORRIENTE.

Circuitos de distribución interna, destinados a las tomas de corriente de uso general tanto para la planta baja como para los exteriores y la primera planta.

Se ha previsto de una potencia de 6382,5 W dividido entre los tres circuitos, con un factor de simultaneidad del 0,2 y un factor de utilización del 0,25. El tipo de toma a emplear será de una base de 16 A 2P+T tipo C2a, conforme la figura. Marca Schneider D-LIFE color antracita.



Figura 3.6. Enchufe tipo F schuko 16 A, destinado a tomas de uso general



Figura 3.7. Enchufe schuko estanco 16 A, destinado para exteriores.

C4, C5 y C7 LAVADORA, SECADORA, COCINA, HORNO, LAVAVAJILLAS.

Circuitos de distribución interna, destinados a alimentar la lavadora y lavavajillas. Se va a realizar de tal forma que cada elemento pertenecerá a un circuito diferente, por lo que a pesar de saltar las protecciones de cualquiera de estos circuitos todos los circuitos restantes continuarán funcionando. Esto es debido a que la vivienda se va a usar como casa rural y se quiere primar el funcionamiento continuo.

Se ha previsto una potencia de 1707,75 W por circuito.

Se utilizarán tomas de base de 16 A 2P+T.

C6 COCINA Y HORNO.

Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno. Se ha previsto de una potencia de 2025 W, con un factor de simultaneidad de 0,5 y un factor de utilización de 0,75. El tipo de toma a emplear en cada punto será de una base de 25 A 2P+T, tipo ESB 25-5ª, aunque en para nuestra instalación se realizaran las conexiones mediante cajas de conexión.

C13 y C17 TOMAS DE CORRINETE BAÑOS Y COCINA.

Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como de las bases auxiliares del cuarto de cocina. Se ha previsto de una potencia de 6900 W, con un factor de simultaneidad de 0,4 y un factor de utilización de 0,5.

Se utilizarán tomas de base de 16 A 2P+T combinadas con fusibles en cada punto de conexión, conforme lo indica en la figura 3.6.

C11 TELECOMUNICACIONES Y DOMÓTICA.

Circuito de distribución interna, destinado a alimentar todo el sistema de automatización KNX y todo el apartado de conexiones, es decir, los puntos de accesos distribuidos por la casa, el Rack y el router, lo que incluye un switch de 24 puertos POE.

Se ha previsto de una potencia de 525 W, con un factor de simultaneidad de 0,7 y un factor de utilización de 0,75.



Figura 3.8. Rack de comunicaciones.



Figura 3.9. Punto de acceso wifi distribuido por la casa

C8, C9 y C10 FAN COILS

Circuitos de distribución destinados a alimentar los diferentes fan coils distribuidos entre las cinco habitaciones y la planta baja. De igual manera que con la lavadora, lavavajillas, se podría haber juntado todo en un solo circuito con una sola protección, pero debido al uso que se le va a dar a la vivienda conviene tener separados ciertos circuitos, ya que en el caso de fallo de alguno de ellos los demás puedan seguir dando el servicio que se espera.

Se ha previsto de una potencia de 315 W repartidos en los tres circuitos, con un factor de simultaneidad de 0,7 y un factor de utilización de 0,75.



Figura 3.10. Fan coil utilizado en aerotermia situado en habitaciones y salón

C3 TOMAS DE CORRIENTE ZONA TÉCNICA

Circuito de distribución interna, destinado a alimentar las tomas de corriente que se encuentran en la zona técnica de la planta superior, donde encontramos todo el sistema de presión, electroválvulas, descalcificadora y calentadores. Para todo esto se ha previsto una potencia de 2760 W, con un factor de simultaneidad de 0,4 y un factor de utilización de 0,5.

Se utilizarán tomas de base de 16 A 2P+T combinadas con fusibles en cada punto de conexión, conforme lo indica en la figura 3.

C19 MAQUINA DE CLIMATIZACIÓN

Circuito de distribución interna trifásico, destinado a alimentar la máquina de aerotermia, la cual se utilizará como aire acondicionado tanto para invierno como para verano, además alimentará el suelo radiante instalado en la planta baja de la vivienda.

Se ha previsto de una potencia de 1575 W, recordar que la máquina es trifásica, con un factor de simultaneidad de 0,5 y un factor de utilización de 0,7. El aparato de aire acondicionado elegido para la instalación eléctrica tendrá las siguientes características:

- Ida 35 °C, retorno 30 °C, temp seca 7°C.
 - Potencia de calefacción nominal / máx: 14,6/16,6 kW.
 - COP nominal / carga parcial: 4,5/4,5.
- Ida 7 °C, retorno 12 °C, temp seca 35 °C.
 - Potencia nominal de refrigeración: 10,8 kW.
 - Potencia alcanzable en regimen permanente: 12 kW.
 - Consumo electrico nominal: 4,5 kW.

- Corriente máxima 15 A



Figura 3.11. Bomba de calor monoblock Genia Air 15 SAUNIER DUVAL.

3.1.7. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

El cuadro general de mando y protección alojará en el interior los elementos de protección con el fin de garantizar el buen funcionamiento y la seguridad de la instalación eléctrica de la vivienda contra contactos indirectos, sobrecargas y cortocircuitos. Todo ello se realizará conforme se indica en la ITC-BT-17.

Los dispositivos generales de mando y protección en una instalación para una vivienda estándar se situarían junto a la puerta de acceso, en nuestro caso al tratarse de una vivienda bastante grande, con un suministro trifásico y además muy equipada, en concepto del sistema de domótica y debido a la instalación de autoconsumo con placas solares, necesitaremos una pequeña habitación donde instalar todo el cuadro de mando y protección, además del cuadro necesario para la domótica y del inversor y aparataje de control de la instalación de autoconsumo. Debido a todo esto, el cuarto técnico más cercano del punto de entrada de la derivación individual de la vivienda se situará a 10 metros. En el cuadro se alojarán todos los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos descritos anteriormente, a una altura medida desde el nivel del suelo comprendidas entre 1,4 y 2 m en posición vertical

Los envoltentes de los cuadros se ajustará, a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP 30 según la UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. En su interior se alojarán los elementos necesarios de protección y seguridad frente a sobreesfuerzos, cortocircuitos y contactos indirectos según se indican en el esquema unifilar adjunto.

Todas las protecciones se montarán sobre una placa soporte de fijación, al que le corresponderá una tapa perforada que irá montada sobre el frontal del armario y que protegerá contra los contactos directos con las partes en tensión.

Todos y cada uno de los circuitos estarán debidamente identificados y calibrados, con el fin de conocer rápidamente su destino y ubicación, facilitando los trabajos de mantenimiento y conservación de las instalaciones.

El contenido de las protecciones del cuadro eléctrico será:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que este dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Interruptores diferenciales, instalados cada cierto número de circuitos, destinados a la protección contra contactos indirectos de los circuitos protegidos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá un poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4500 A como mínimo, aunque hoy en día es raro encontrar protecciones por debajo de los 6000 A.

Las características del interruptor general serán conforme los cálculos del apartado 3.2.4, con las siguientes características:

Tipo de protección: TRIFÁSICA 3P+N

$$I_N = 63 \text{ A}$$

$$P_C = 15 \text{ KA}$$

Curva = C

La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá lo señalado en la ITC-BT-24 y conforme los cálculos del Anexo de cálculos. En nuestra instalación en concreto no pondremos un interruptor diferencial de cabecera, ya que creemos que con los interruptores diferenciales puestos en cada uno de los circuitos será suficiente para asegurar una buena protección en nuestra instalación.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que correspondan al número de fases del circuito que protejan. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protejan.

La distribución y características de cada dispositivo de protección se detalla en la siguiente tabla, conforme lo indica la ITC-BT-25.

Nº Circuito	PIA (A) Poder de corte: 6kA	Diferencial (A) Sensibilidad: 30 mA	Tipo
C1: Iluminación PB	10	63	Monofásico
C2: Tomas de corriente PB	16		Monofásico
C3: Tomas de corriente zona técnica	16		Monofásico
C4: Lavadora	16	40	Monofásico
C5: Secadora	16		Monofásico
C6: Cocina y horno	25	63	Monofásico
C7: Lavavajillas	16		Monofásico
C8: Fan Coil 1	10	40	Monofásico
C9: Fan Coil 2	10		Monofásico
C10: Fan Coil 3	10		Monofásico
C11: Teleco y Domótica	10	40	Monofásico
C12: Extractores	10		Monofásico
C13: Baño y cuarto de cocina P1	16		Monofásico
C14: Iluminación exterior	10	40	Monofásico
C15: Tomas de corriente exterior	16		Monofásico
C16: Iluminación P1	10		Monofásico
C17: Baños P1	16	40	Monofásico
C18: Tomas de corriente P1	16		Monofásico
C19: Máquina de climatización	16	25	Trifásico

Tabla 4: Dispositivos de protección

*El poder de corte de todos los magnetotérmicos monofásicos será de 6 kW.

* El poder de corte de la protección para la maquina de climatización será de 10 kW, según lo calculado en el apartado 3.2.4. "ELECCIÓN DEL INTERRUPTOR GENERAL DE PROTECCIÓN Y PODER DE CORTE"

3.1.8. INSTALACIÓN DE LOS CIRCUITOS INTERIORES

Como señala el reglamento electrotécnico de baja tensión según la ITC-BT-25 “INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS” debemos de tener en cuenta los puntos de utilización que encontramos en cada estancia, ya que hay unos mínimos que deberemos de cumplir. En nuestra instalación superamos con creces los requisitos de la ITC ya que se trata de una vivienda muy bien equipada y preparada para funcionar como casa rural.

La instalación será del tipo B1, Conductores aislados empotrados en obra, conforme lo indica en la tabla 1 de la ITC-BT-19. Todo ello se hará bajo tubo corrugado, pudiendo alojar más de un tipo de circuito en su interior.

Los tubos se fijarán a las paredes o falsos techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. Se dispondrán de fijaciones de una otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos. Se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalen, curvándose o usando los accesorios necesarios. La superficie de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o de causar heridas a instaladores o usuarios. La disposición de las canalizaciones eléctricas se realizará de la siguiente manera:

- La distancia mínima no será inferior a 3 cm respecto a otras canalizaciones no eléctricas.
- En caso de proximidad con canalizaciones térmicas, las medidas que se establecerán que estas alcancen temperaturas peligrosas.
- No se dispondrán por debajo de las canalizaciones de agua, vapor, con el fin de evitar condensaciones, a menos que se adopten medidas especiales.
- Las canalizaciones eléctricas y no eléctricas podrán discurrir por el mismo canal o hueco de construcción cuando cumplan una serie de premisas de forma simultánea, según lo indica ITC-BT-20.
- Estarán dispuestas de forma que se facilite su maniobrabilidad, inspección o acceso. Las dimensiones los tubos se instalarán conforme la ITC-BT-21, detallados en el Anexo de cálculos y en el siguiente apartado.

Estancia	Circuito	Mecanismo	Nº de elementos
Acceso	C1	Pulsador timbre.	1
Vestíbulo	C1	Punto de luz	3
	C2	Base 16 A 2p+T	2
Salón	C1	Punto de luz	7
	C2	Base 16 A 2p+T	5
	C19	Toma de climatización	1
Dormitorios (5)	C1	Punto de luz	3
	C2	Base 16 A 2p+T	5
	C16	Punto de luz	3
	C17	Base 16 A 2p+T	5
	C19	Toma de climatización	1
Pasillos	C1	Punto de luz	5
	C2	Base 16 A 2p+T	2
	C19	Toma de climatización	1
Cocina	C1	Punto de luz	5
	C2	Base 16 A 2p+T	2
	C13	Base 16 A 2p+T	4
	C4	Base 16 A 2p+T	1
	C5	Base 16 A 2p+T	1
	C6	Base 25 A 2p+T	1
	C7	Base 16 A 2p+T	1
	C19	Toma de climatización	1
Baños (6)	C1	Punto de luz	2
	C16	Punto de luz	2
	C13	Base 16 A 2p+T	1
	C12	Extractores	1
	C17	Base 16 A 2p+T	1
Terraza	C14	Punto de luz	6
	C15	Base 16 A 2p+T	4
Zona técnica	C3	Base 16 A 2p+T	4
	C11	Domótica	1

Tabla 5: Número de circuitos por estancia.

3.1.9. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES

- **Características de los conductores:**

Los conductores a emplear serán de cobre H07V-K de 450/750V con aislamiento de PVC conforme lo estipulado en la ITC-BT-26 e irán por tubos en canalizaciones empotradas.

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Conductor de cobre electrolítico clase 5.
- Aislamiento de PVC.
- Denominación comercial: Cable Flexible.
- Denominación técnica: H07V-K.
- Temperatura máxima de trabajo: 70°C.
- No propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2.
- No propagación del incendio UNE-EN 50266-2-4.
- Reducida emisión de halógenos UNE-EN 50267-2-1.

La sección de los conductores dependerá del circuito a que pertenezca y la máxima caída de tensión permitida (3 %). Esta caída de tensión se calculará en función de la intensidad nominal del interruptor automático que proteja al circuito en cuestión. Se comprobará que las secciones sean adecuadas y no tengan una máxima caída de tensión superior al 3 % conforme lo indica la ITC-BT-25.

Los valores de las caídas de tensiones reales estarán reflejados en el anexo cálculos.

Nº Circuito	Conductores sección mínima (mm ²)	Diámetro del tubo o conducto (mm)
C1: Iluminación PB	1,5	16
C2: Tomas de corriente PB	2,5	20
C3: Colector suelo radiante	2,5	20
C4: Lavadora	4	20
C5: Secadora	4	20
C6: Cocina y horno	6	25
C7: Lavavajillas	4	20
C8: Fan Coil 1	1,5	16
C9: Fan Coil 2	1,5	16
C10: Fan Coil 3	1,5	16
C11: Teleco y Domótica	1,5	16
C12: Extractores	1,5	16
C13: Baño y cuarto de cocina P1	2,5	20
C14: Iluminación exterior	1,5	16
C15: Tomas de corriente exterior	2,5	20
C16: Baños P1	2,5	20
C17: Iluminación P1	1,5	16
C18: Tomas de corriente P1	2,5	20
C19: Máquina de climatización	4	32

Tabla 6: Sección de los conductores y de los tubos

- **Identificación de los conductores:**

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

- Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro.
- Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo (los conductores de protección se instalarán por la misma canalización que los conductores activos, además presentarán las mismas características que estos).
- Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.
- Cuando se trate de una instalación trifásica será necesario identificar tres fases diferentes por lo que se utilizarán los colores: marrón, negro y gris.

- **Resistencia de aislamiento**

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento al menos igual al valor indicado en la siguiente tabla:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (v)	Resistencia de aislamiento (M Ω)
Inferior o igual a 500V	500	$\geq 0,5$

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante un generador de corriente continua capaz de suministrar la tensión de ensayo especificada en la tabla anterior con una corriente de 1 mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

Durante la medida, los conductores, incluido el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como la fuente de alimentación de energía a la cual están unidos habitualmente. Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada esta.

Al tener la instalación circuitos con dispositivos electrónicos, en dichos circuitos los conductores de fase y neutro estarán unidos entre sí durante las medidas.

La medida de aislamiento con relación a tierra se efectuará uniendo a esta el polo del generador, y dejando en principio todos los receptores conectados y sus mandos en posición "paro", asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los dispositivos de interrupción se pondrán en posición cerrado los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador en el origen de la instalación que se verifica, y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida resulta inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es correcta, en el caso que se cumplan las siguientes condiciones:

- Cada aparato receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la norma UNE que le concierna o en su defecto $0,5 \text{ M}\Omega$.
- Desconectados los aparatos receptores, la instalación presenta la resistencia de aislamiento que le corresponda.

La medida de la resistencia de aislamiento entre conductores polares se efectúa después de haber desconectado todos los receptores, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de aislamiento se efectúa sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales en los que se justifique que haya sido realizado dicho ensayo previamente por el fabricante.

Durante este ensayo los dispositivos de interrupción se pondrán en la posición de cerrado los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

Las corrientes de fuga no serán superiores para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que esta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

- **Conexiones**

Las conexiones se realizarán en el interior de cajas de empalme y/o derivación. Las uniones de los conductores se realizarán mediante bornes de conexión montados individualmente o por bloques o regletas de conexión. En el caso de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se deberán realizar de forma que la corriente pueda repartirse por todos los alambres de los componentes mientras el sistema esté adoptado con un tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y la superficie metálica. Los conductores con una sección superior a 6 mm^2 , su conexión deberá realizarse por medio de terminales adecuados que no queden sometidas estas conexiones a esfuerzos mecánico.

3.1.10. INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

Al tratarse de una vivienda de nueva construcción se deberá de instalar la puesta a tierra de toda la instalación, de modo que se hará antes de que se empiece con la construcción para que así todo el sistema de puesta a tierra quede por debajo de la cimentación de la casa.

- Objeto y definición de la puesta a tierra:

El objeto de las puestas a tierra es limitar la tensión con respecto a tierra que, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas con defecto de aislamiento y asegurar la actuación de las protecciones.

La puesta a tierra o conexión a tierra es la unión eléctrica directa (sin interposición de fusibles o protección alguna), de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo (la envolvente de un receptor) mediante una toma de tierra con electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que, en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno, no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las corrientes de descarga de origen atmosférico.

- Partes del circuito de puesta a tierra:

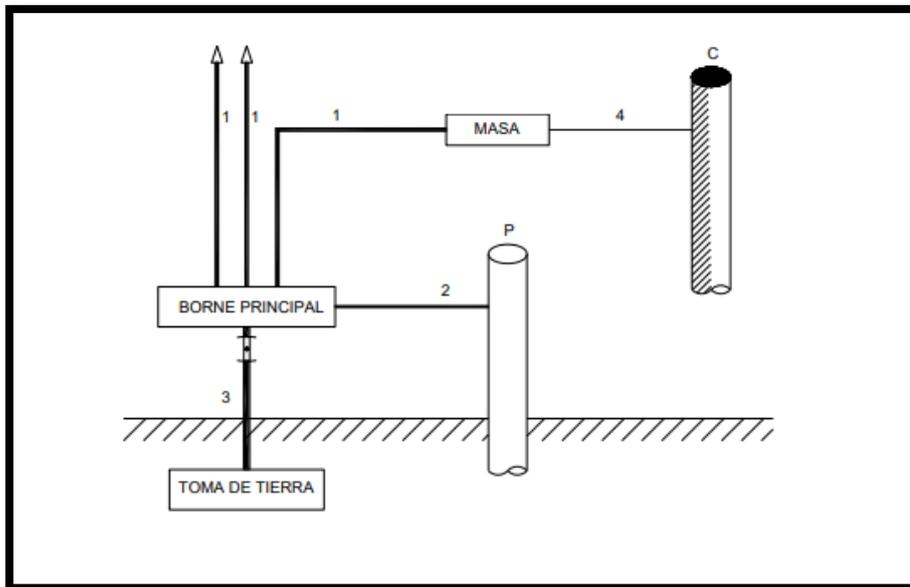


Ilustración 4:Partes del circuito de puesta a tierra

- 1- Conductor de protección el cual conectara mediante un conductor las masas y la toma de tierra de la vivienda.
- 2- Conductor de unión equipotencial.
- 3- Conductor de tierra, se conectará desde el borne principal, donde llegan todas las conexiones de tierra de las masas de la vivienda, hasta las picas que introduciremos en el terreno, las cuales formaran la puesta a tierra.
- 4- Conductor de equipotencialidad suplementaria.

Masa: Es cualquier parte conductora accesible de un aparato o instalación eléctrica, que en condiciones normales está aislado de las partes activas, pero que es susceptible de ser puesto bajo tensión como consecuencia de un fallo en las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento.

Elemento conductor “C”: Es cualquier objeto metálico susceptible de propagar un potencial, situado en las proximidades de una instalación eléctrica pero no perteneciente a ella.

- **Ejecución de la puesta a tierra:**

En general para terrenos de mediana o baja resistividad como es en nuestro caso, ya que se trata de un terreno húmedo, se hincarán picas de acero cobrizado; diámetro 14 mm, longitud 2 m, (1 m). La instalación se conecta a la toma de tierra formada por una red en anillo mediante conductores de cobre desnudo de 25 mm² unidos a picas de 2 metros cada una, con una profundidad de enterramiento de al menos 50 cm, distribuidas proporcionalmente en todo el perímetro de la vivienda.

- La separación entre picas será de dos veces su longitud.
- Profundidad del cable > 0,5 m (evitar congelación suelo).
- Hincadas las picas se unirán con conductor de cobre desnudo, $S \geq 25 \text{ mm}^2$, éste se unirá a las picas.
- La unión pica – conductor se hace con conectores o con soldadura aluminotérmica (mejor por ser unión molecular).
- Este conductor hay que enterrarlo en el terreno, previo a verter hormigón de limpieza.

Longitud anillo (m)	Diámetro conductor (mm ²)	N.º Picas	Longitud picas (m)
80	25	10	2

Ilustración 5: Tabla resumen de la puesta a tierra

Resultados de la resistencia obtenido en el apartado 3.2.5 Cálculos de la puesta a tierra:

- Tipo de tierra: Calizas agrietadas ($\rho = 1000 \text{ ohm} \cdot \text{m}$)
- Resistencia obtenida: **16,67 Ω**

- **Conductores de protección:**

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red.
- A un relé de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

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

- **Revisión de la toma a tierra:**

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por el director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en funcionamiento.

Personal técnicamente autorizado competente efectuara la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno este más seco. Para ello se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

3.1.11. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

A pesar de que nuestra instalación no está declarada como local de pública concurrencia y que por tanto no es de obligado cumplimiento el tener un alumbrado de emergencia, sí que dispondremos de este tipo de instalación. Esto es debido al uso que se le va a dar a la vivienda y de los objetivos tienen los dueños, ya que la instalación a pesar de estar declarada como una vivienda normal va a ser utilizada exclusivamente como casa rural de alto standing y para ello es necesario una valoración de las instalaciones por parte de un organismo público, el cual valorará e impondrá una calificación. La instalación será diseñada para obtener una alta calificación, por lo que será necesario tener un alumbrado de emergencia y una buena señalización de las salidas.

Como dice el reglamento electrotécnico de baja tensión, en la ITC-BT-28 “Instalaciones en locales de pública concurrencia” las instalaciones de alumbrado de emergencia tienen la finalidad de asegurar la iluminación hasta las salidas en caso de que falle la alimentación al alumbrado normal.

La alimentación del alumbrado de emergencia será independiente al alumbrado del local y por tanto permanecerá encendido, aunque la avería se prolongue durante un máximo de una hora.

Dentro del alumbrado de emergencia podemos distinguir el alumbrado de reemplazamiento y el alumbrado de seguridad. Será este último en el que nos centraremos, además dentro de este tipo de alumbrado podemos distinguir los siguientes tipos:

- El alumbrado de seguridad está pensado para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona. Este entrará en funcionamiento automáticamente cuando se produzca un fallo del alumbrado general o cuando la tensión caiga por debajo del 70 % de su valor nominal.
- Alumbrado de evacuación: Es la parte del alumbrado de emergencia que asegura el reconocimiento de las rutas de evacuación. El alumbrado debe de proporcionar una iluminancia de al menos 1 lux en los pasos principales y 5 lux sobre los equipos de protección contra incendios y en los cuadros de distribución del alumbrado.
Por último, la relación entre la iluminancia máxima y la iluminancia mínima será menor de 40 en los pasos principales.
- Alumbrado ambiente o antipánico: Es la parte del alumbrado de emergencia que evita el riesgo de pánico, proporcionando una iluminación ambiente correcta que haga poder localizar las rutas de evacuación e identificar los obstáculos.
Este alumbrado debe de proporcionar al menos 0,5 lux de iluminancia en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 metro.
Por último, la relación entre la iluminancia máxima y la iluminancia mínima será menor de 40 en los pasos principales.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo: Es la parte del alumbrado de emergencia capaz de garantizar la seguridad de las personas que estén ocupadas en actividades peligrosas. Este alumbrado debe permitir la interrupción de los trabajos con seguridad.
El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

Por último, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

Como hemos comentado antes nuestra instalación no está declarada como local de pública concurrencia, sino que está dada de alta como local de residencial público, lo que significa que no debemos de cumplir con todo lo respectivo a la ITC-BT-28 y al alumbrado de emergencia. Sin embargo, sí que se va a seguir lo que dicta dicha ITC para así lograr una mayor seguridad en nuestra instalación.

Se instalarán balizas led a lo largo de todo el pasillo de la planta de arriba y en cada una de las habitaciones, en la planta de abajo también se instalarán balizas led a los lados de la salida principal. Estas balizas led funcionarán como iluminación normal de la instalación cuando el alumbrado funcione correctamente, pero además, cuando se produzca un corte de suministro en la instalación todas estas balizas se conectarán y funcionarán de manera normal. Esto es posible gracias a que todos los puntos de luz formados por estas balizas estarán conectadas tanto a la luz eléctrica como a una batería alojada en la sala técnica (un SAI) con la que se podrá alimentar a todos los puntos durante más de una hora.

A parte de todos los puntos de luz que conformarán el alumbrado de emergencia, englobando tanto al alumbrado de evacuación como al alumbrado de pánico, también dispondremos de carteles reflectantes indicando la localización de la salida y de los equipos contra incendios situados tanto en la planta baja como en la planta primera.

La distribución de las luminarias y los planos correspondientes los encontraremos en el apartado de Anexos.

Tipo de luminaria	Número de luminarias	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Duración de la batería (h)
Philips downlight de emergencia EM120B	5 luminarias en la PB 8 luminarias en la P1	3	185	3

Ilustración 6: Tabla resumen alumbrado de emergencia



Ilustración 7: Señalización salida de emergencia



Ilustración 6: Señalización extintor

3.2. CÁLCULOS

3.2.1. PREVISION DE CARGAS Y POTENCIA INSTALADA

Nº Circuito	Nº Puntos	Potencia circuito (W)	Factor de simultaneidad (Fs)	Factor de utilización (Fu)	Potencia prevista (W)
C1: Iluminación PB	30	50	0,75	0,5	562,5
C2: Tomas de corriente PB	13	3450	0,2	0,25	2242,5
C3: Tomas de corriente zona técnica	4	3450	0,4	0,5	2760
C4: Lavadora	1	3450	0,66	0,75	1707,75
C5: Secadora	1	3450	0,66	0,75	1707,75
C6: Cocina y horno	1	5400	0,5	0,75	2025
C7: Lavavajillas	1	3450	0,66	0,75	1707,75
C8: Fan Coil 1	2	100	0,7	0,75	105
C9: Fan Coil 2	2	100	0,7	0,75	105
C10: Fan Coil 3	2	100	0,7	0,75	105
C11: Teleco y Domótica	1	1000	0,7	0,75	525
C12: Extractores	3	50	0,75	0,5	56,25
C13: Baño y cuarto de cocina PB	6	3450	0,4	0,5	4140
C14: Iluminación exterior	11	50	0,75	0,5	206,25
C15: Tomas de corriente exterior	4	3450	0,2	0,25	690
C16: Iluminación P1	30	50	0,75	0,5	562,5
C17: Baños P1	4	3450	0,4	0,5	2760
C18: Tomas de corriente P1	20	3450	0,2	0,25	3450
C19: Máquina de climatización	1	4500	0,5	0,7	1575
Potencia prevista TOTAL					26993,25

Tabla 7: Prevision de las cargas de la instalación

Potencia prevista calculada (W)	Factor de simultaneidad total (Fs)	Potencia mínima a contratar (W)	Potencia recomendada (W)
26993,25	0,5	13.496,62	15.000

Tabla 8: Resumen potencias calculadas

La potencia que se va a contratar estará bastante por encima de la potencia mínima a contratar, esto es debido a que los dueños de la casa quieren asegurarse que no vaya a haber ningún problema con el suministro eléctrico al principio de abrir al público la casa rural, ya que al tratarse de una construcción nueva no se tienen registros de consumos anteriores, por lo que como la compañía suministradora nos permite cambiar la potencia contratada dos veces al año partiremos de esta base y ya regularemos la potencia con mayor precisión con la llegada de las primeras facturas.

3.2.2. CALCULO DERIVACIÓN INDIVIDUAL.

Se utilizará la potencia total instalada a fin de sobredimensionar lo suficiente para posibles futuras ampliaciones

- Criterio de intensidad máxima admisible.

Para diseñar la derivación individual necesaria para nuestra instalación lo primero será obtener el valor de la intensidad máxima que necesitaremos en nuestra instalación.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \alpha} = \frac{26993,25}{\sqrt{3} * 400 * 0.85} = 45,84 A$$

Donde:

- I_B : Intensidad que circulará por la D.I, (A).
- I_Z : Intensidad que aguanta el conductor de la D.I, (A).
- P : Potencia prevista de la instalación, (W).
- V: Tensión de servicio de la instalación, (V).
- $\cos \alpha$: La derivación individual tendrá un $\cos \alpha$ con un valor de 1.

Una vez hemos calculado la intensidad máxima que consumirá nuestra instalación deberemos de seleccionar un cable capaz de soportar esta intensidad. Para ello debemos de utilizar la norma UNE-HD 60634 5-52 o bien la tabla que aparece en la ITC-BT-19.

Dado que nuestro método de instalación será mediante cables tripolares entubados y enterrados "D2" mediante conductores de cobre y con aislamiento de XLPE/EPR (90°C) y teniendo en cuenta que nuestra instalación será trifásica deberemos de elegir la sección que pueda soportar la intensidad calculada.

Tabla 3.- Intensidades admisibles, en amperios. * I_0 UNE 20460-5-523:2004 \approx HD 60364-5-55:2011
 Temperatura ambiente de referencia **30 °C** en el aire, **20 °C** en el terreno.
 Temperatura del conductor: - PVC 70 °C; - XLPE/EPR 90 °C **metal Cu**
 N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR								
A1		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes													
A2		Cables multi-conductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR								
B1		Conductores aislados en tubos ¹ en montaje superficial o empotrados en obra ²				3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR					
B2		Cables multi-conductores en tubos ¹ en montaje superficial o empotrados en obra ²			3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR						
C		Cables unipolares o multiconductores directamente sobre la pared ³				3x PVC		2x PVC	3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR					
E		Cables multi-conductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3 veces D ^{4,5}					3x PVC		2x PVC	3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR				
D		Cables BIPOLARES entubados y enterrados.												2PVC / 2EPR 2XLPE	
D		Cables TRIPOLARES entubados y enterrados.													3PVC / 3EPR 3XPLE
Cobre	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	22/26	18/22	
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	29/34	24/29	
	4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	38/44	31/37	
	6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	47/56	39/46	
	10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	63/73	52/61	
	16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	81/95	67/79	
	25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	104/121	86/101	
	35				110	117	126	137	147	158	169	185	125/146	103/122	
	50				134	141	153	167	179	192	207	225	148/173	122/144	
	70				171	179	196	213	229	246	268	289	183/213	151/178	
	95				207	216	238	258	278	298	328	352	216/252	179/211	
	120				239	249	276	299	322	346	382	410	246/287	203/240	
150					285	318	344	371	395	441	473	278/324	230/271		
185					324	362	392	424	450	506	542	312/363	258/304		
240					380	424	461	500	538	599	641	361/419	297/351		

Ilustración 8: Intensidad máxima admisible conductores norma UNE-HD 60364-5-55

Teniendo en cuenta todo lo nombrado anteriormente y según la tabla que hemos consultado de la norma UNE-HD 60364-5-55 necesitaremos una sección mínima de 10 mm² lo cual cumple con lo exigido por el REBT MT-BT-15, aunque debido a realizar un mayor sobredimensionamiento utilizaremos una sección de 16 mm².

El conductor trifásico de 16 mm² con el metodo de instalación "D2" y con un aislamiento de XLPE aguanta una intensidad de 79 A.

$$I_b < I_{protección} < I_Z \rightarrow 45,84 < 63 < 79 A$$

- **Criterio por caída de tensión:**

Lo siguiente que deberemos de comprobar es si con la sección elegida obtenemos una caída de tensión menor a la exigida el REBT, que en nuestro caso será de 1,5%.

$$e(\%) = \frac{P * L}{\gamma * S * V^2} * 100 = \frac{26993,23 * 15}{48,41 * 16 * 400} * 100 = \mathbf{0,34 \%}$$

$$\gamma_{cu} = \frac{1}{\rho_{20^{\circ}C} * [1 + \alpha_{cu} * (T - 20)]} = \frac{1}{0,017857143 * [1 + 0,00392 * (60,97 - 20)]} = 48,41$$

$$T = T_{amb} + [T_{max} - T_{amb}] * \left(\frac{I_B}{I_Z}\right)^2 = 40 + [90 - 40] * \left(\frac{51,17}{79}\right)^2 = 60,97$$

$$e(\%) = \mathbf{0,34 < 1,5\%, \text{ Cumple}}$$

Donde:

- T: Temperatura estimada real del conductor, (C°).
- T_{max} : Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento, (C°).
- T_{amb} : Temperatura ambiente del conductor (C°).
- S: Sección del conductor, (mm²).
- L: Longitud del conductor (m).
- γ_{cu} : Conductividad a temperatura real del conductor, (m/ (Ω · mm²)).
- α_{cu} : Coeficiente de dilatación del cobre, (C°⁻¹).
- $\rho_{20^{\circ}C}$: Resistividad a 20C° del cobre ((Ω · mm²) /m).

Como podemos comprobar la sección elegida para nuestra derivación individual trifásica de 15 metros de longitud cumple satisfactoriamente con lo exigido por el REBT.

El conductor a utilizar será: **RZ1-K 0,6/1 KV 4 x 1 x 16 mm²**

3.2.3. CÁLCULO DE LOS FUSIBLES DE LA CPM

Para el dimensionamiento de los fusibles necesarios en nuestra caja de protección y media deberemos de tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Criterio de protección frente a sobrecargas.**

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{26993,25}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 45,84 \text{ A}$$

$$I_n = 63 \text{ A}$$

$$I_z = \text{RZ1} - \text{K } 0,9/1 \text{ KV } 4 \times 1 \times 16 \text{ mm}^2 \rightarrow 79 \text{ A}$$

- 1) Condición: $I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 45,84 \leq 63 \leq 79$ **Cumple**
- 2) Condición: $I_f \leq 1,45 \cdot I_z \rightarrow 1,6 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z \rightarrow 69,26 \leq 91,35$ **Cumple**

- **Criterio de protección frente a cortocircuitos. $PdC \geq I_{cc\text{máx}}$**

- 1) Teniendo en cuenta que el fusible que vamos a utilizar es de tipo Gg (poder de corte de 80 kA) y que al ser nuestra instalación trifásica la intensidad máxima de cortocircuito en el punto de instalación del fusible (CPM) se corresponde con la corriente de cortocircuito trifásica en bornes de salida del dispositivo de protección (cortocircuito tripolar simétrico), es decir, en el inicio de la DI, y será obtenida considerando la corriente de cortocircuito máxima en borna del transformador del centro de transformación, minorada por la distancia de la línea de distribución en BT has nuestra CPM.
- Teniendo en cuenta que la potencia nominal del transformador aproximada de nuestro transformador (400 – 630 KVA) y considerando la siguiente tabla podemos considerar que la I_{cc} de 21 kA. Como vemos muy por debajo del poder de corte de los fusibles de 63 A que es 80 kA.

Potencia nominal del transformador (kVA)																					
	16	25	40	60	63	90	100	160	250	315	400	600	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	
237 V																					
I_n (A)	39	61	97	122	153	195	244	390	609	767	974	1.218	1.535	1.940	2.436	3.045	3.899	4.872	6.090	7.673	
I_{cc} (A)	973	1.521	2.431	3.038	3.825	4.853	6.060	9.667	15.038	18.887	23.883	29.708	37.197	41.821	42.738	48.721	57.151	65.840	76.127	94.337	
410 V																					
I_n (A)	23	35	56	70	89	113	141	225	352	444	563	704	887	1.127	1.408	1.760	2.253	2.816	3.520	4.435	
I_{cc} (A)	563	879	1.405	1.756	2.210	2.805	3.503	5.588	8.692	10.917	13.806	17.173	21.501	24.175	27.080	30.612	35.650	40.817	46.949	58.136	

Fig. G32: I_{cc} en los terminales BT de transformadores trifásicos AT/BT alimentados por un sistema con un valor de defecto trifásico de 500 MVA.

Ilustración 9: Tabla resumen de las I_{cc} según la potencia del transformador

- 2) El segundo criterio para protecciones de cortocircuito es: El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

$$(I^2 \cdot t)_{DI} \leq (I^2 \cdot t)_{\text{cable}} = K^2 \cdot S^2$$

Con esto deducimos que la intensidad mínima de disparo del fusible tiene que ser menor que la intensidad de cortocircuito mínima en la instalación (fase y neutro), y

esta se producirá en el punto más lejano de la instalación de los fusibles, en nuestro caso en el CGMP dentro de la vivienda.

$$I_{cc_{min}} = \frac{0,8 \cdot V}{R} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,0412} = 4466 \text{ A} \rightarrow 4,46 \text{ kA}$$

La resistencia se calculará cuando el cable este a su temperatura máxima ya que en ese punto la resistencia será mayor. En nuestro caso será a 90 grados ya que el cable es RZ1.

MATERIAL	DISTANCIA ENTRE CONDUCTOS (a)		
	20 °C	TERMOPLÁSTICOS 70 °C	TERMOESTABLES 90 °C
Cobre	58,0	48,5	45,5
Aluminio	35,7	29,7	27,8

Tabla de conductividad a diferentes temperaturas

$$R = \rho \cdot \frac{2l}{s} = \frac{1}{45,5} \cdot \frac{2 \cdot 15}{16} = 0,0412$$

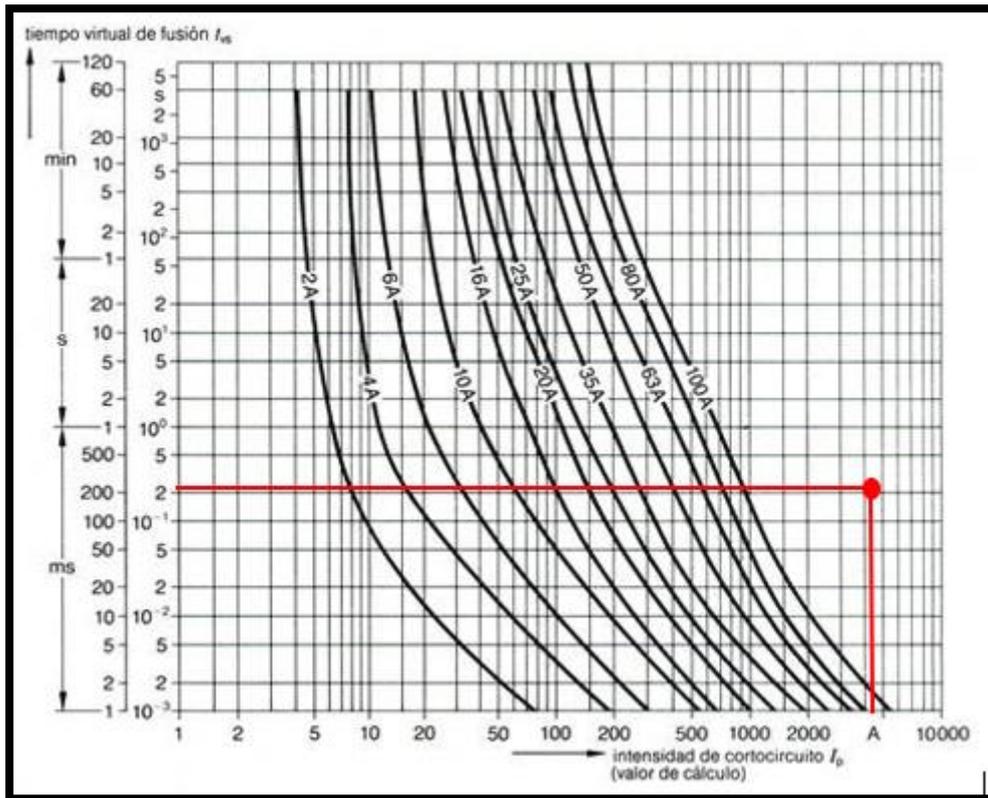
Teniendo en cuenta este valor vamos a calcular cuanto tiempo puede soportar nuestro cable ese valor de cortocircuito sin dañarse:

$$t = \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{cc_{min}}^2} = \frac{143^2 \cdot 16^2}{4460^2} = 0,28 \text{ s}$$

Table 43A – Values of k for conductors

Property/ condition	Type of conductor insulation							
	PVC Thermoplastic		PVC Thermoplastic 90°C		EPR XLPE Thermosetting	Rubber 60 °C Thermosetting	Mineral PVC sheathed	Bare unsheathed
Conductor cross-sectional area mm ²	≤ 300	>300	≤ 300	>300				
Initial temperature °C	70		90		90	60	70	105
Final temperature °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Conductor material:								
Copper	115	103	100	86	143	141	115	135 -115 ³
Aluminium	76	68	66	57	94	93	-	-
Tin-soldered joints in copper conductors	115	-	-	-	-	-	-	-

Por lo que aplicando todos los datos a nuestra curva de fusión de fusible Gg vemos como si que cumple con la condición ya que la curva (I^2t) del cable estará por encima de la curva de fusión de nuestro fusible de 63 A o dicho de otra manera $I_{cc_{min}} > I_{nf}$



3.2.4. ELECCIÓN DEL INTERRUPTOR GENERAL DE PROTECCIÓN Y PODER DE CORTE.
 Debido a la intensidad que puede circular por la derivación individual y según las protecciones que hemos instalado en los circuitos interiores las características del interruptor general de protección serán las siguientes:

- Tensión de empleo: 400 V AC.
- Intensidad nominal: 63 A.
- Curva de disparo: Curva C.
- Polos: 4.
- Poder de corte: 15 KA.

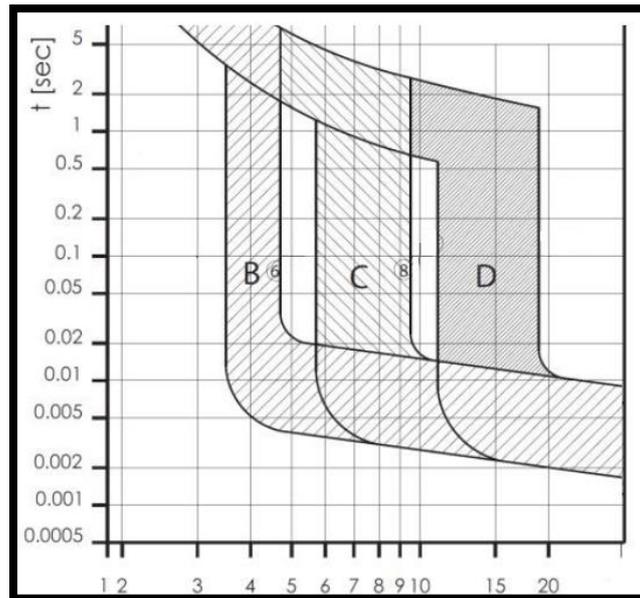
$$I_b < I_{Protección} < I_Z \rightarrow 45,84 < 63 < 79 A$$

Elegiremos la curva de disparo teniendo en cuenta las diferentes curvas de disparo que podemos elegir (como se muestra en la imagen), marcadas como B, C y D. Estas curvas están definidas por la norma IEC 60898 que especifica tres rangos de sensibilidad, de menor a mayor:

Curva B: Disparo con corrientes entre 3 In a 5 In

Curva C: Disparo con corrientes entre 5 In a 10 In

Curva D: Disparo con corrientes entre 10 In a 20 In



En instalaciones residenciales se usan habitualmente los interruptores de curva C. Para proteger motores o luminarias con corrección de potencia, que pueden tener elevadas corrientes de conexión, los de curva D. Finalmente los de curva B se suelen usar para proteger la salida de generadores, que requieren un rápido accionamiento de las protecciones.

Por lo que nuestra instalación al tratarse de un residencial usaremos dispositivos de protección con curva C.

A continuación, mostraremos una tabla en la que se muestra el poder de corte necesario en cada circuito, así como la curva que se utilizará, todo esto ha sido calculado con el programa dmelect.

Al igual que hemos explicado en el apartado anterior 3.2.3 “CÁLCULO DE LOS FUSIBLES DE LA CPM” para calcular el poder de corte necesario en nuestro interruptor de cabecera necesitaremos estimar los datos del transformador que nos suministra la energía. Nuestra instalación se encuentra en un pueblo de no más de 100 habitantes por lo que el transformador que encontramos estimamos que será de 400 KVA.

CONDICIONES GENERALES CORTOCIRCUITO

DATOS GENERALES C.C.

Factor de Tensión

Corriente cc. máxima: 1.05 U

Corriente cc. mínima: 0.95 U

Temperatura de cc máxima: 20 °C

Temperatura de cc mínima:

PVC: 160 °C

XLPE: 250 °C

EPR: 250 °C

DATOS DE PARTIDA

Alimentación en AT, Scc (MVA): 50

Trafo Cia

Pot. del trafo en KVA: 400 N° Trafos en paralelo: 1

C.G.P.

IkMax(kA): 12 IkMin(kA): 10

GENERAL / SUMINISTRO COMPLEMENTARIO

Aceptar Cancelar Ayuda

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn
DERIVACION IND.	15	4x16+TTx16Cu	13.309	15	8.485	3200.56	80;10 In
	0.3	4x4Cu	8.485		8.212	3030.03	
Climatización	20	4x4+TTx4Cu	8.212	10	2.204	649.8	16;C
	0.3	2x10Cu	5.829		5.701	3129.82	
Iluminación PB	25	2x1.5+TTx1.5Cu	5.701	6	0.396	228.94	10;C
TC PB	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	0.772	442.93	16;C
TC zona técnica	10	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	1.372	778.51	16;C
	0.3	2x10Cu	5.829		5.701	3129.82	
Lavadora	10	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	1.372	778.51	16;C
Secadora	10	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	1.372	778.51	16;C
	0.3	2x10Cu	5.829		5.701	3129.82	
Cocina/horno	10	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	1.372	778.51	16;C
Lavavajillas	15	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	0.988	564.68	16;C
	0.3	2x10Cu	5.829		5.701	3129.82	
Fan Coil 1	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	0.633	364.35	16;C
Fan Coil 2	10	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	1.372	778.51	16;C
Fan Coil 3	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	0.772	442.93	16;C
	0.3	2x16Cu	5.829		5.747	3155.76	
Domótica	10	2x2.5+TTx2.5Cu	5.747	6	1.375	780.17	16;C
Extractores	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.747	6	0.634	364.71	16;C
TC Baños/cocina PB	15	2x4+TTx4Cu	5.747	6	1.444	818.77	25;C
	0.3	2x10Cu	5.829		5.701	3129.82	
Iluminación P1	30	2x1.5+TTx1.5Cu	5.701	6	0.333	193.05	10;C
Alumbrado exterior	35	2x1.5+TTx1.5Cu	5.701	6	0.288	166.89	10;C
TC exterior	15	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	0.988	564.68	16;C
	0.3	2x10Cu	5.829		5.701	3129.82	
TC baños P1	30	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	0.537	309.44	16;C
TC P1	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.701	6	0.633	364.35	20;C

3.2.5. CALCULO SECCIÓN CIRCUITOS INTERIORES

Para el cálculo de las secciones de los circuitos interiores debemos de tener en cuenta los parámetros que nos señala la ITC-BT-25 en donde mediante la siguiente tabla nos indica las potencias y las secciones mínimas a utilizar según la función que se le vaya a dar a cada circuito.

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma – W	Factor simultaneidad – Fs	Factor utilización – Fu	Tipo de toma – Ø	Interruptor automático – A	Máximo n.º de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima – mm ² (Ø)	Tubo o conducto – Diámetro mm (Ø)
C ₁ Iluminación.	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾ .	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general.	3.450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T.	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno.	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T.	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.	3.450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾ .	20	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina.	3.450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T.	16	6	2,5	20
C ₈ Calefacción.	⁽²⁾	–	–	–	25	–	6	25
C ₉ Aire acondicionado.	⁽²⁾	–	–	–	25	–	6	25
C ₁₀ Secadora.	3.450	1	0,75	Base 16 A 2p+T.	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización.	⁽⁴⁾	–	–	–	10	–	1,5	16
C ₁₃ Recarga del vehículo eléctrico.	⁽¹⁰⁾	1	1	⁽¹⁰⁾ .	⁽¹⁰⁾	3	2,5	20

Ilustración 10: Tabla ITC-BT-25

Para calcular la sección que debemos de elegir para cada circuito de nuestra instalación debemos de tener en cuenta que la caída de tensión que obtengamos utilizando un determinado conductor no sea superior al 3%. Por ello debemos determinar las caídas de tensión que tenemos en cada uno de los circuitos de nuestra instalación.

Características de los conductores elegidos:

- Material del conductor: Cobre.
- Tipo de aislamiento: H07V-K 450/750 V aislamiento de PVC.
- Temperatura máxima admisible (PVC): 70 °C.
- Temperatura ambiente del conductor: 40 °C.
- Resistividad del cobre a 20 °C: 0,017857143.
- Coeficiente de dilatación del cobre: 0,00392 ($\Omega \cdot mm^2$)/m
- Caída de tensión máxima admisible: 3% Cz^{-1}

Nº Circuito	Potencia circuito (W)	Sección (mm ²)	I _b (A)	I _z (A)	L (m)	T (°C)	γ(cu)	e(%)
C1: Iluminación PB	562,5	1,5	6,5	17,0	35,0	44,4	51,1	0,97
C2: Tomas de corriente PB	2242,5	2,5	15,0	23,0	20,0	52,8	49,6	1,37
C3: Tomas de corriente zona técnica	2760,0	2,5	15,0	23,0	15,0	52,8	49,6	1,26
C4: Lavadora	1707,8	4,0	15,0	31,0	6,0	47,0	50,6	0,19
C5: Secadora	1707,8	4,0	15,0	31,0	6,0	47,0	50,6	0,19
C6: Cocina y horno	2025,0	6,0	23,5	40,0	8,0	50,4	50,0	0,20
C7: Lavavajillas	1707,8	4,0	15,0	31,0	8,0	47,0	50,6	0,26
C8: Fan Coil 1	105,0	1,5	1,0	17,0	5,0	40,1	51,9	0,03
C9: Fan Coil 2	105,0	1,5	1,0	17,0	15,0	40,1	51,9	0,08
C10: Fan Coil 3	105,0	1,5	1,0	17,0	20,0	40,1	51,9	0,10
C11: Teleco y Domótica	525,0	1,5	4,5	17,0	1,0	42,1	51,5	0,03
C12: Extractores	56,3	1,5	1,0	17,0	20,0	40,1	51,9	0,05
C13: Baño y cuarto de cocina PB	4140,0	2,5	15,0	23,0	10,0	52,8	49,6	1,26
C14: Iluminación exterior	206,3	1,5	6,5	17,0	30,0	44,4	51,1	0,31
C15: Tomas de corriente exterior	690,0	2,5	15,0	23,0	15,0	52,8	49,6	0,32
C16: Iluminación P1	562,5	1,5	6,5	17,0	35,0	44,4	51,1	0,97
C17: Baños P1	2760,0	2,5	15,0	23,0	20,0	52,8	49,6	1,68
C18: Tomas de corriente P1	3450,0	2,5	15,0	23,0	20,0	52,8	49,6	2,10
C19: Máquina de climatización (trifásica)	1575,0	4,0	19,6	31,0	10,0	52,0	49,8	0,30

Tabla 9: Resumen de las secciones y cálculos realizados.

Como vemos todos los circuitos tienen una caída de tensión menor al 3 % exigido por el REBT, por lo que estamos seguros de que a pesar de la cantidad de receptores que tenemos en algunos circuitos y la distancia que estos tienen no superaremos el límite de caída de tensión.

3.2.6. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS. PUESTA A TIERRA.

Teniendo en cuenta la sección de la DI y cumpliendo con lo exigido por la ITC-BT-18 e ITC-BT-16 se realizarán los cálculos necesarios para obtener la sección de los conductores a instalar y su resistencia, cuyo valor será tal que cualquier masa susceptible de contacto eléctrico no supere una tensión de contacto de 24 V.

Los diferenciales tendrán una sensibilidad de 30 mA.

La sección de la línea de enlace con tierra y de la línea principal de tierra tendrá una sección de 25 mm^2 . La sección mínima de los cables de protección en los circuitos interiores será igual a la sección de los conductores de fase de la instalación.

Para determinar si en nuestra instalación tenemos una resistencia de puesta a tierra inferior a lo que exige el REBT, que es de aproximadamente 37 ohm (valor encontrado en la guía-BT 26).

Teniendo en cuenta los siguientes datos procederemos a calcularla:

- Tipo de terreno: Calizas agrietadas 1000 ohm.m

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Ilustración 11: Tabla resistividad según el terreno ITC-BT-18

- Perímetro de la vivienda: 80 m
 - Tipo de instalación de las picas: Vertical.
 - Número de picas: 10.
 - Longitud de las picas: 2 metros.
- **Resistencia conductor enterrado horizontalmente:** en este caso las picas se han enterrado a una longitud del terrero de unos 60 metros y la resistividad de dicho terreno al tratarse de calizas agrietadas es igual a 1000 Ohm.m

$$R_c = \frac{2 * \rho}{Perimetro} = \frac{2 * 1000}{80} = 25 \Omega$$

- **Resistencia de las picas verticales:** estas picas se instalan a una profundidad de 2 metros sobre el terreno, que como nombramos anteriormente su resistividad es igual a 3000 Ohm·m. El valor de esta resistencia tiene un valor de:

$$R_p = \frac{\rho}{L_{pica}} = \frac{1000}{2} = 500 \Omega$$

- **Resistencia de las picas:** el valor de estas picas lo obtenemos entre el cociente del valor de las picas verticales y el número de picas a instalar, que en nuestro caso decidimos instalar 10 picas.

$$RT_p = \frac{R_p}{n^{\circ}picas} = \frac{500}{10} = 50 \Omega$$

- **Resistencia total obtenida:**

$$RT = \frac{R_c * R_p}{R_c + R_p} = \frac{25 * 50}{25 + 50} = 16,6 \Omega < 37 \Omega$$

3.2.7. CALCULOS ALUMBRADO DE EMERGENCIA

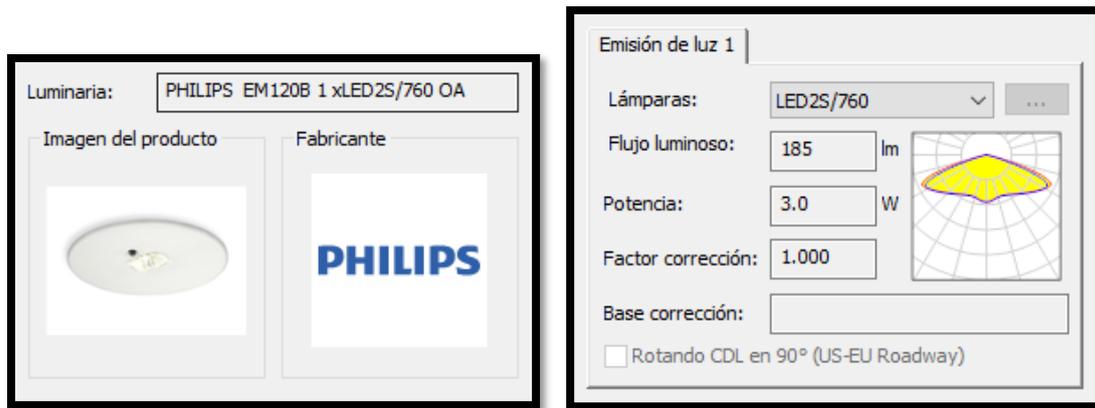
Es el alumbrado con el cual los ocupantes del recinto podrán reconocer los medios o rutas de evacuación. Proporcionará una iluminancia mínima de 1 lux en las vías de evacuación y de 5 lux en los puntos donde existan instalaciones manuales de extinción y cuadros eléctricos, manteniendo en todo momento una relación menor de 40 entre iluminancia máxima y mínima. En caso de activación debe poder permanecer encendido al menos 1 h de forma autónoma.

La actividad objeto del presente proyecto dispone de luminarias de emergencia repartidas por todos los espacios susceptibles de ser ocupados tanto en la actividad normal como en caso de evacuación. Estas luminarias disponen de acumuladores eléctricos para garantizar el tiempo de funcionamiento autónomo.

Las luminarias de emergencia que se instalarán en la actividad son las siguientes:

- Se instalará una luminaria de emergencia en la puerta de cada una de las habitaciones, esto da un total de cinco luminarias de emergencia.
- Se calcularán dos vías de evacuación las cuales tienen que cumplir con los valores mínimos del reglamento. En la planta baja habrá dos vías de evacuación una en cada lado de la pared central y estarán iluminadas por dos luminarias de emergencia.
- Por último, en la puerta principal de la casa rural se instalará otra luminaria de emergencia, la cual iluminará los carteles de "EXIT" y un extintor.

La luminaria elegida será la siguiente:



Descripción de la luminaria:

“Iluminación de emergencia independiente de 3 horas de duración La seguridad es de la máxima importancia para los propietarios de edificios y, en consecuencia, tener instalada una iluminación de emergencia correcta es una prioridad importante para ellos. El downlight de emergencia EM120B ofrece una solución fácil para la iluminación de emergencia autónoma y cumple plenamente las normativas europeas. La batería de litio (LiFePO4) tiene muchas ventajas sobre los productos de níquel, puesto que tiene una mayor vida útil, mejor comportamiento de descarga, se produce manera más respetuosa con el medio ambiente y se puede reciclar. El producto se suministra con dos lentes intercambiables, que permiten ajustar el ángulo del haz a la aplicación.”

3.3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

- Conductores eléctricos:

Los conductores de la instalación eléctrica serán rígidos, de cobre, unipolares y con aislamiento de EPR de 1.000 V. de tensión nominal para la línea repartidora y líneas de distribución a cuadros secundarios y de PVC de 750 V. para el resto de la instalación.

- Conductores de protección:

Serán de cobre, presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán en la misma canalización que estos.

La sección mínima de estos conductores viene fijada en la tabla 2 de la Instrucción ITC-BT-019 apdo.2.3, en función de la sección de los conductores activos de la instalación.

- IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de la instalación se identificarán por el color de su aislamiento como sigue:

Marrón, negro y gris	Para los conductores activos o fases
Azul	Para el conductor neutro
Amarillo-verde	Para el conductor de protección

- CANALIZACIONES - TUBOS PROTECTORES

En la presente instalación se utilizarán para el tendido de conductores tubos de PVC y bandejas perforadas aislantes en los tramos de montaje superficial y tubos aislantes flexibles normales en los tramos empotrados. Las canalizaciones serán estancas (MIBT 030 apdo.1) y sus características mínimas serán las siguientes:

- IP 42 , IK 03
- Resistencia a la corrosión: 2
- No propagador de la llama

Como tubo de PVC debe entenderse un tubo rígido de PVC, estanco al polvo y con un grado de protección no inferior a IP42 - IK3.

Como tubo aislante flexible normal debe entenderse un tubo estanco de PVC curvable con las manos, no propagador de la llama y con un grado de protección al choque mecánico designado con una cifra no inferior a IK3.

Las canales portables a utilizar tendrán un grado de protección IPX3. Presentarán un grado de protección al choque mecánico designado con una cifra no inferior a 5.

En cualquier caso, las características de los materiales deberán cumplir las prescripciones de la ITC-BT- 21.

- CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

Serán de material aislante, (tipo Plexo Legrand o similar) y estancas, con un grado de protección adecuado y sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá, cuanto menos, a 1,5 veces el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm. para su profundidad y de 80 mm. para el diámetro o lado interior.

Deberán mantener las condiciones de estanqueidad a las entradas de cajas, mecanismos y aparatos.

- APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Serán de material aislante y son los interruptores y conmutadores que cortarían la corriente máxima del circuito en que están colocados, sin dar lugar a la formación de arco permanente. Deberán abrir y cerrar los circuitos sin posibilidad de tomar posiciones intermedias. Irán alojados en envolventes estancas al polvo y a las fibras volátiles.

Deben de permitir un número de maniobras de apertura y cierre del orden de las 10.000, con su carga nominal y a la tensión de trabajo.

Deberán llevar marcada su intensidad y tensión nominales y estarán probados a una tensión de 500 a 1.000 V.

Serán del tipo cerrado y de material aislante y se colocarán a una distancia del pavimento de 150 mm.

Tanto el alumbrado como los motores serán accionados mediante pulsadores que accionarán relés y contactores para que los receptores funcionen durante un tiempo determinado, en las condiciones expuestas en la Memoria.

- APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los interruptores automáticos, los cortacircuitos fusibles y los interruptores diferenciales.

Los interruptores automáticos serán de tipo magnetotérmico, de accionamiento manual y tendrán la capacidad de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en cualquier punto del circuito que protegen.

Su capacidad de corte será como mínimo la definida en el capítulo de cálculos de este proyecto.

Tanto los interruptores magnetotérmicos como los interruptores diferenciales cuando no puedan soportar las corrientes de cortocircuito estarán protegidos por cortacircuitos fusibles calibrados adecuadamente.

La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT- 024.

Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios, serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse.

Se deberán poder cambiar bajo tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores diferenciales serán de apertura automática por corriente de defecto, siendo la intensidad nominal y de sensibilidad las indicadas en la Memoria del presente Proyecto.

Todos los elementos de protección quedarán colocados convenientemente en cuadros estancos a las fibras volátiles, los cuales estarán contruidos con materiales no inflamables y estarán debidamente dimensionados.

3.3.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

- APARATOS DE PROTECCIÓN:

El Cuadro General de Distribución se dividirá físicamente en dos armarios: uno situado junto a la entrada del local, y que alojará los dispositivos de protección de los circuitos de alumbrado y otros usos, y otro destinado a la protección y maniobra de las electrobombas, situado en un cuarto exclusivo para la aparamenta eléctrica. De ellos partirán los diferentes circuitos, cada uno de ellos con las protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas y contra contactos indirectos, indicadas en la Memoria.

Los circuitos principales alimentarán directamente los receptores.

Las instalaciones bajo tubos protectores se efectuarán siguiendo, preferentemente, las líneas paralelas a las verticales y horizontales que delimitan el local donde se efectúa la instalación.

Los conductores se introducirán en los tubos protectores después de instalados estos y sus accesorios.

La unión entre conductores se realizará siempre utilizando bornes de conexión. Estas conexiones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme

La conexión de los interruptores unipolares se realizará siempre sobre el conductor de fase. No se utilizará el mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive.

Los motores eléctricos estarán protegidos por guardamotors térmico-diferenciales calibrados en función de su potencia, tensión nominal y revoluciones por minuto.

- CANALIZACIONES:

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. En caso de proximidad de conductos de calefacción, de aire caliente o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente.

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

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor de neutro o compensador, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por su naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, así como por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plan de instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetado o señalización de las mismas.

Las canalizaciones con conductores aislados bajo tubos protectores podrán colocarse directamente sobre las paredes o techos, en montaje superficial, o bien empotrada en los mismos.

Los tubos se elegirán en cada caso teniendo en cuenta las acciones a que han de estar sometidos, las condiciones de su puesta en obra y las características del local donde la instalación se efectúe. Para la instalación de circuitos bajo tubos o cubiertas de protección común, se tendrá en cuenta:

- 1.- Un tubo o cubierta protectora sólo contendrá, en general, conductores de un mismo y único circuito.
- 2.- Un tubo o cubierta protectora podrá contener conductores pertenecientes a circuitos diferentes si se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:
 - 2.a. - Todos los conductores estarán aislados para la máxima tensión de servicio 2.b.- Cada circuito estará protegido por separado contra las sobreintensidades.
 - 2.c.- Todos los circuitos partirán de un mismo aparato general de mando y protección, sin interposición de aparatos que transformen la corriente (transformadores, autotransformadores, rectificadores, etc..)
- 3.- Si por los conductores circula una corriente alterna y están colocados bajo tubos o cubiertas de protección de material ferromagnético, todos los conductores de un mismo circuito se colocarán dentro de la misma protección.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo la unión con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello de los registros que se consideren convenientes.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o neutro.

En cualquier caso, deberán seguirse las prescripciones establecidas en la ITC.BT-21

3.3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Antes de la puesta en servicio de las instalaciones se realizarán las siguientes pruebas reglamentarias:

- AISLAMIENTO DE LAS INSTALACIONES:

Esta instalación eléctrica deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 0,5 MΩ, bajo una tensión de ensayo en corriente continua de 500 V

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1.000 V, con una corriente de 1 mA para una carga igual a la resistencia de aislamiento especificada en el párrafo anterior.

Durante la medida, los conductores, incluido el conductor neutro, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual estén unidos habitualmente. Los conductores de fases y neutro de los equipos electrónicos existentes en la instalación, estarán unidos entre sí durante la medida.

- RIGIDEZ DIELECTRICA

La rigidez dieléctrica de la instalación será tal que, desconectados los aparatos (receptores), resista durante un minuto una prueba de tensión de $2 \cdot U + 1.000$ voltios a frecuencia industrial (50 Hz), siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores, incluido el neutro., con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales en los que se justifique que haya sido realizado dicho ensayo previamente por el fabricante.

Durante este ensayo, los dispositivos de interrupción se pondrán en la posición de “cerrado” y los cortacircuitos instalados en servicio normal.

Las corrientes de fuga no serán superiores a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales, instalados como protección contra contactos indirectos.

- FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Se comprobará el perfecto funcionamiento de las instalaciones, en cuanto se refiere a:

- aparatos de mando y maniobra
- aparatos de protección
- fijación perfecta de los conductores a los bornes de conexión
- correcto funcionamiento y eficacia de los ventiladores

- correcto funcionamiento del alumbrado de señalización + emergencia
- continuidad de la conductancia en la totalidad de los circuitos

3.3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Los abonados o usuarios de las instalaciones, a fin de disponer de plenas garantías de seguridad en el uso de las mismas, deberán tener en cuenta las siguientes condiciones de uso y mantenimiento:

- conectar los receptores en las condiciones de seguridad a la que está preparada la instalación.
- los electrodomésticos y otros aparatos que deban conectar deberán llevar clavijas adecuadas para la perfecta conexión, tanto a los conductores de fase y neutro como al conductor de tierra.
- no sustituir ninguna lámpara ni realizar operación alguna en los receptores sin haberse antes cerciorado de que no hay posibilidad de existencia de corriente en el punto de manipulación, para lo cual lo más seguro será abrir (desconectar) el interruptor general.
- solicitar los servicios de un INSTALADOR ELECTRICISTA AUTORIZADO siempre que se desee realizar cualquier trabajo que afecte a las instalaciones fijas.

3.3.5. CERTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

A efectos de legalizar las instalaciones, el Ingeniero director de las mismas solicitará a los interesados la siguiente documentación:

- por parte de la empresa promotora:
 - nombre de la empresa
 - C.I.F. y domicilio fiscal
 - nombre, apellidos y nº D.N.I. del representante legal
- por parte del instalador electricista autorizado:
 - nombre de la empresa instaladora
 - nº de carnet de instalador autorizado
 - nº del Documento de Calificación empresarial
 - domicilio fiscal
 - teléfono
 - boletines
- por parte del director de la instalación eléctrica:
 - Certificado de dirección y finalización de las instalaciones

3.3.6. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

La propiedad y el instalador no darán servicio a las instalaciones mientras no se tenga la correspondiente autorización de puesta en servicio de las mismas, refrendada por el boletín sellado por los Servicios Territoriales de Industria y Energía

3.3.7. LIBRO DE ORDENES

Se llevará un libro de órdenes en el que se anotarán las órdenes referentes a la instalación eléctrica que dicte el director de la obra.

En él constarán las soluciones a adoptar por el instalador electricista ante los problemas que puedan surgir en el desarrollo de las obras y no estén previstos en el presente Proyecto, siendo la primera la siguiente:

El instalador electricista autorizado que deba realizar las instalaciones deberá ponerse en contacto con el Técnico Director de las instalaciones y solicitar su presencia:

- al replanteo o marcado de las instalaciones.
- al colocar los tubos (antes de taparlos).
- a la colocación de los conductores
(antes de tapar las cajas embellecedores de los mecanismos).
- a la ejecución de las pruebas reglamentarias.
- siempre que se estime necesaria su presencia para realizar aclaraciones.

3.4. PRESUPUESTO

1.1.- Instalación de enlace										
1.1.1	M	Derivación Individual Suministro e instalación de Derivación individual trifásica enterrada para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4X16 mm ² , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 63 mm de diámetro. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.								
			Uds.	Largo	Ancho	Alto			Parcial	Subtotal
			60,00						60,000	
Total m							60,000	7,90		474,00
Total subcapítulo 1.1.- Instalación de enlace:										474,00
1.2.- Puesta a tierra										
1.2.1	M	Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm ² de sección. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
Total m							60,000	9,90		594,00
1.2.2	M	Suministro e instalación de punto de puesta a tierra seccionable, construido en cobre con recubrimiento de cadmio de 2.5x33x0.4 cm, con apoyos de material aislante y puente seccionador de la misma sección que el conductor de tierra. Incluye la instalación en pared junto al cuadro general y ascensor. Todo conectado y comprobado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
Total m							1,000	26,00		26,00
1.2.3	M	Suministro e instalación de Aprietacables para fijación de cable de tierra a la ferralla de la cimentación. Todo conectado y comprobado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
Total m							6,000	8,00		48,00
1.2.4	Ud	Suministro e instalación de electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud. Totalmente instalada, conectada y comprobada. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
Total Ud							6,000	18,00		108,00
Total subcapítulo 1.2.- Puesta a tierra:										776,00
1.3.- Cuadros eléctricos										
1.3.1	Ud	Cuadro Eléctrico Suministro e instalación de cuadro de distribución vacío para montar en pared, destinadao a cuadro general eléctrico y doméstico, con índice de protección IP 43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máx de 39 elementos, cableado interno con punteras, puerta opaca. Marca Schneider.								
			Uds.	Largo	Ancho	Alto			Parcial	Subtotal
			1						1,000	

Total ud:					1,000	41,00	41,00	
Total subcapítulo 1.3.- Cuadros eléctricos:							41,00	
1.4.- Protecciones								
1.4.1	Ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17610 "SCHNEIDER ELECTRIC". Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
		9					9,000	
							9,000	9,000
Total Ud:					9,000	15,20	136,80	
1.4.2	Ud	Suministro e instalación Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17616 "SCHNEIDER ELECTRIC". Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
		8					8,000	
							8,000	8,000
Total Ud:					8,000	16,28	130,24	
1.4.4	Ud	Suministro e instalación Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17620 "SCHNEIDER ELECTRIC". Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
		1					1,000	
							1,000	1,000
Total Ud:					1,000	19,65	19,65	
1.4.15	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (3P+N), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K24740 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x94x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						
		Ud	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
		1					1,000	
							1,000	1,000
Total Ud:					1,000	176,00	176,00	
1.4.20	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (3P+N), intensidad nominal 6 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K24706 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x94x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
		1					1,000	
							1,000	1,000

		Total Ud	1,000	130,17	130,17		
					Total subcapítulo 1.4.- Protecciones:	592,86	
1.5.- Cableado Circuitos							
1.5.1.- Alumbrado							
1.5.1.1.- On/Off							
1.5.1.1.1	Ud	Suministro e instalación de puntos de luz de la vivienda. Desde puntos de luz a caja de registro y a cuadro general. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 20mm de diámetro nominal, cable unipolar de cobre clase H07Z-K de 1,5 mm² de sección, para circuito de alumbrado, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V y incluida p.p. de accesorios de montaje. puntos de luz a caja de registro y a cuadro general. Todo conexionado y en funcionamiento. Incluye actuador de domótica. (No incluye luminaria)					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Planta Baja		12				12,000	
Planta Primera		10				10,000	
Jardín		4				4,000	
						26,000	26,000
		Total Ud	26,000	82,00	2.132,00		
1.5.1.1.2	Ud	Suministro e instalación de puntos de luz de la vivienda. Formado por los puentes entre los diferentes puntos de luz. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 20mm de diámetro nominal, cable unipolar de cobre clase H07V-K de 1,5 mm² de sección, para circuito de alumbrado con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V y incluida p.p. de accesorios de montaje. puntos de luz a caja de registro y a cuadro general. Todo conexionado y en funcionamiento. (No incluye luminaria)					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Planta Baja		10				10,000	
Planta Primera		3				3,000	
Jardín		6				6,000	
						19,000	19,000
		Total Ud	19,000	11,00	209,00		
					Total subcapítulo 1.5.1.1.- On/Off:	2.341,00	
1.5.1.4.- Led Dimeable							
1.5.1.4.1	Ud	Iluminación Led Suministro e instalación de puntos de luz led. Desde punto Led a caja de registro y a cuadro general. Incluye tubo corrugado, reforzado, de PVC, de 20mm de diámetro nominal, cable unipolar de cobre clase H07Z-K de 1,5 mm² de sección, para circuito de alumbrado con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V y incluida p.p. de accesorios de montaje. puntos de luz a caja de registro y a cuadro general. Todo conexionado y en funcionamiento. Incluye actuador de domótica. (No incluye luminaria)					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Planta Baja		8				8,000	
Planta Primera		8				8,000	
						16,000	16,000
		Total Ud	16,000	143,00	2.288,00		
					Total subcapítulo 1.5.1.4.- Led Dimeable:	2.288,00	

Total subcapítulo 1.5.1.- Alumbrado:								4.629,00
1.5.6.- Tomas de corriente								
1.5.6.1.- Tomas de corriente General								
1.5.6.1.1	Ud	Suministro e instalación de tomas de corriente de la vivienda. Formado por las distintas tomas de corriente. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 25mm de diametro nominal, cable unipolar de cobre clase H07V-K de 2,5 mm ² , con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V y incluida p.p. de accesorios de montaje. Todo conexionado y en funcionamiento. (No incluye mecanismo)						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Planta Baja		12					12,000	
Planta Primera		12					12,000	
							24,000	24,000
		Total Ud:		24,000			38,75	930,00
1.5.6.1.2	Ud	Suministro e instalación de tomas de corriente de la vivienda. Formado por los puentes entre las diferentes tomas de corriente. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 25mm de diametro nominal, cable unipolar de cobre clase H07V-K de 2,5 mm ² , con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V y incluida p.p. de accesorios de montaje. Todo conexionado y en funcionamiento. (No incluye mecanismo)						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Planta Baja		5					5,000	
Planta Primera		8					8,000	
							13,000	13,000
		Total Ud:		13,000			19,00	247,00
Total subcapítulo 1.5.6.1.- Tomas de corriente General:								1.177,00
Total subcapítulo 1.5.6.- Tomas de corriente:								1.177,00
1.5.7.- Alumbrado Exterior Fachada y Tc Exterior								
1.5.7.1	Ud	Suministro e instalación de puntos de luz exterior suelo. Desde puntos de luz a caja de registro y a cuadro general. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 32mm de diametro nominal, cable unipolar de cobre clase RV-kde 3x1,5 mm ² de sección, para circuito de alumbrado, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V y incluida p.p. de accesorios de montaje. puntos de luz a caja de registro y a cuadro general. Todo conexionado y en funcionamiento. (No incluye luminaria)						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Jardín		3					3,000	
							3,000	3,000
		Total Ud:		3,000			89,00	267,00
1.5.7.2	Ud	Suministro e instalación de puntos de luz exterior suelo. Formado por los puentes entre los diferentes puntos de luz.. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 25mm de diametro nominal, cable unipolar de cobre clase RV-kde 3x1,5 mm ² de sección, para circuito de alumbrado, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V y incluida p.p. de accesorios de montaje. puntos de luz a caja de registro y a cuadro general. Todo conexionado y en funcionamiento. (No incluye luminaria)						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Jardín		6					6,000	
							6,000	6,000
		Total Ud:		6,000			14,50	87,00
1.5.7.3	Ud	Suministro e instalación de las arquetas exteriores para la distribución de las diferentes líneas de alumbrado y tomas de corriente del exterior.						

		Total Ud	2,000	62,10	124,20		
Total subcapítulo 1.5.7.- Alumbrado Exterior Fachada y Tc Exterior:					478,20		
1.5.8.- Red KNX							
1.5.8.1.- Punto KNX Botoneras							
1.5.8.1.1	Ud	Suministro e instalación punto KNX para Botonera.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Planta Baja		3				3,000	
Planta Primera		4				4,000	
						7,000	7,000
		Total Ud	7,000	75,00	525,00		
Total subcapítulo 1.5.8.1.- Punto KNX Botoneras:					525,00		
1.5.8.4.- Clima							
1.5.8.4.1	Ud	Suministro e instalación de manguera KNX para sistema de comunicación de las máquina de climatización.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Panta Baja							
Planta Primera		1				1,000	
						1,000	1,000
		Total Ud	1,000	75,00	75,00		
1.5.8.4.2	Ud	Suministro e instalación de línea de alimentación para máquina de climatización. 5x6mm2					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Planta Baja		1				1,000	
Planta Primera							
						1,000	1,000
		Total Ud	1,000	86,47	86,47		
Total subcapítulo 1.5.8.4.- Clima:					161,47		
1.5.8.5.- Colector							
1.5.8.5.1	Ud	Suministro e instalación de red Knx y alimentación para colectores de suelo radiante. Totalmente instalado, conectado y programado.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Planta Baja		6				6,000	
Planta Primera							
						6,000	6,000
		Total Ud	6,000	439,25	2.635,50		
Total subcapítulo 1.5.8.5.- Colector:					2.635,50		
Total subcapítulo 1.5.8.- Red KNX:					3.321,97		
1.5.9.- Red de datos							

1.5.9.1.- Toma de Red pared									
1.5.9.1.1	Ud	Suministro e instalación de red de datos de la vivienda. Desde toma de datos a caja de registro y a rack. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 25mm de diametro nominal, cable UTP CAT 6							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
Planta Baja		2					2,000		
Habitaciones		5					5,000		
							7,000	7,000	
Total Ud:					7,000		69,85	488,95	
Total subcapítulo 1.5.9.1.- Toma de Red pared:								488,95	
1.5.9.2.- Punto de Wifi									
1.5.9.2.1	Ud	Suministro e instalación de punto Wifi de la vivienda. Desde toma wifi a caja de registro y a rack. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 25mm de diametro nominal, cable UTP CAT 6							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
Planta Baja		1					1,000		
Planta Primera		1					1,000		
							2,000	2,000	
Total Ud:					2,000		69,85	139,70	
Total subcapítulo 1.5.9.2.- Punto de Wifi:								139,70	
Total subcapítulo 1.5.9.- Red de datos:								628,65	
Total subcapítulo 1.5.- Cableado Circuitos:								10.234,82	
1.6.- Mecanismos									
1.6.1	Ud	Suministro e instalación de toma de corriente monofásica simple 16A+TT empotrada en pared, incluido caja universal, mecanismo para caja universal con tornillo, base enchufe de 16A (II+T), sistema "schuko) marca Jung, serie LS 990, todos los accesorios necesarios. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
Planta Baja		17					17,000		
Planta Primera		20					20,000		
							37,000	37,000	
Total Ud:					37,000		16,65	616,05	
1.6.2	Ud	Suministro e instalación de toma sencilla tipo RJ45, categoria 6. Desde toma de corriente a caja de registro. Incluye tubo corrugado 20mm, reforzado, de pvc, de 20mm de diametro nominal y cable UTP categoria 6. Mecanismo completo marca Jung serie LS 990 para una toma doble, formada por caja universal, placa y conector RJ45, incluso pequeño material. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
Planta Baja		2					2,000		
Planta Primera		5					5,000		
							7,000	7,000	
Total Ud:					7,000		26,58	186,06	
1.6.3	Ud	Suministro e instalación de toma TV/SAT. Desde toma SAT/TV a caja de registro. Incluye tubo corrugado, reforzado, de pvc, de 25mm de diametro nominal y cable coaxial. Mecanismo completo marca Jung serie LS 990 para una toma TV/SAT, incluso pequeño material. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.							

		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Planta Baja		2					2,000	
Planta Primera		4					4,000	
							6,000	6,000
Total Ud						6,000	29,50	177,00
1.6.5	Ud	Suministro e instalación de pulsador doble, Marca Jung LS990						
Total Ud						6,000	13,40	80,40
1.6.6	Ud	Suministro e instalación de marco de 1 elemento. Marca Jung Ls990						
Total Ud						21,000	15,00	315,00
1.6.7	Ud	Suministro e instalación de marco de 2 elementos. Marca Jung LS990						
Total Ud						9,000	25,00	225,00
1.6.14	Ud	Pulsador capacitivo Flat. Sensor T^a 4 botones. Marca ZENNIO						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Planta Baja		2					2,000	
Planta Primera		1					1,000	
Planta Segunda		4					4,000	
							7,000	7,000
Total Ud						7,000	143,75	1.006,25
1.6.15	Ud	Panel capacitivo Touch-Mydesign de 8 botones con termostato. Marca ZENNIO						
Total Ud						2,000	198,75	397,50
Total subcapítulo 1.6.- Mecanismos:								3.003,26
1.7.- Complementos Instalación								
1.7.1.- Domotica								
1.7.1.1	Ud	Suministro e instalación de fuente de alimentació, marca Zennio, modelo FA 640ma. Totlmente instalada, programada y en funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
		1					1,000	
							1,000	1,000
Total Ud						1,000	250,00	250,00
1.7.1.3	Ud	Suministro e instalación de pasarela IP , marca Zennio, modelo . Totalmente instalado, programado y en funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
		1					1,000	
							1,000	1,000
Total Ud						1,000	209,00	209,00
Total subcapítulo 1.7.1.- Domotica:								459,00
1.7.2.- Audiovisuales								
1.7.2.1	Ud	Suministro e instalación de punto de acceso Wifi Acces point						

		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		2					2,000		
							2,000	2,000	
Total Ud					2,000		174,23	348,46	
1.7.2.2		Suministro e instalación de Switch de datos 24p PoE 10G Uplink							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		1					1,000		
							1,000	1,000	
Total					1,000		884,40	884,40	
1.7.2.3	Ud	Suministro e instalación de Armario rack de 10U.							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		1					1,000		
							1,000	1,000	
Total uD					1,000		950,00	950,00	
1.7.2.5	Ud	Suministro e instalación de Router Firewall Small. Totalmente instalado y programado.							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		1					1,000		
							1,000	1,000	
Total Ud					1,000		217,24	217,24	
Total subcapítulo 1.7.2.- Audiovisuales:								2.400,10	
Total subcapítulo 1.7.- Complementos Instalación:								4.312,86	

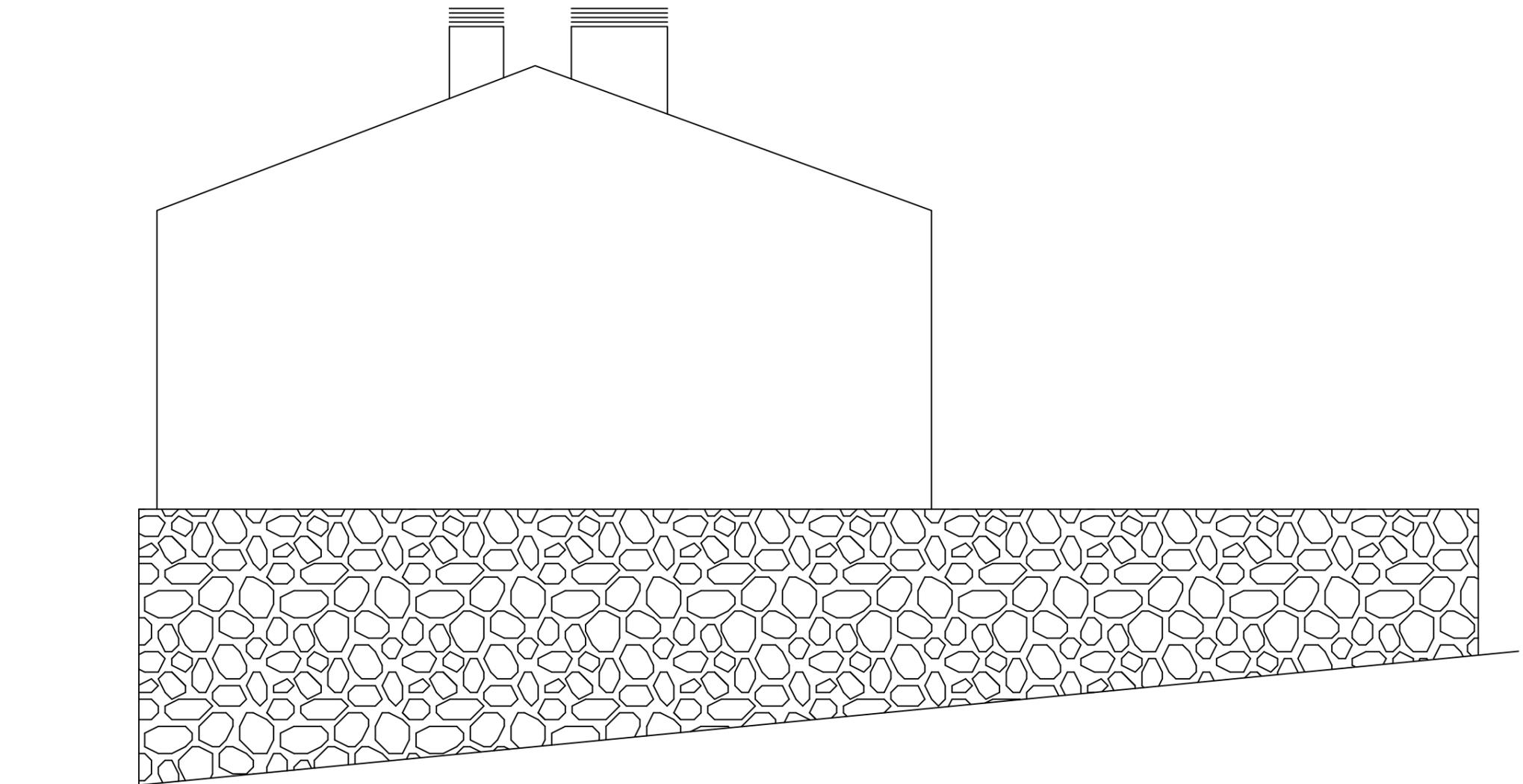
Presupuesto de ejecución material							
1 instalación						17.709,54	
	1.1.- Instalación de enlace					202,50	
	1.2.- Puesta a tierra					776,00	
	1.3.- Cuadros eléctricos					41,00	
	1.4.- Protecciones					592,86	
	1.5.- Cableado Circuitos					10.234,82	
	1.5.1.- Alumbrado					4.629,00	
	1.5.1.1.- On/Off					2.341,00	
	1.5.1.4.- Led Dimeable					2.288,00	
	1.5.6.- Tomas de corriente					1.177,00	
	1.5.6.1.- Tomas de corriente General					1.177,00	
	1.5.7.- Alumbrado Exterior Fachada y Tc Exterior					478,20	
	1.5.8.- Red KNX					3.321,97	
	1.5.8.1.- Punto KNX Botoneras					525,00	
	1.5.8.4.- Clima					161,47	
	1.5.8.5.- Colector					2.635,50	
	1.5.9.- Red de datos					628,65	
	1.5.9.1.- Toma de Red pared					488,95	
	1.5.9.2.- Punto de Wifi					139,70	
	1.6.- Mecanismos					3.003,26	
	1.7.- Complementos Instalación					4.312,86	
	1.7.1.- domótica					459,00	
	1.7.2.- Audiovisuales					2.400,10	
						Total:	17.709,54
Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DIECISIETE MIL SETECIENTOS NUEVE CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.							

IVA no incluido en el presupuesto

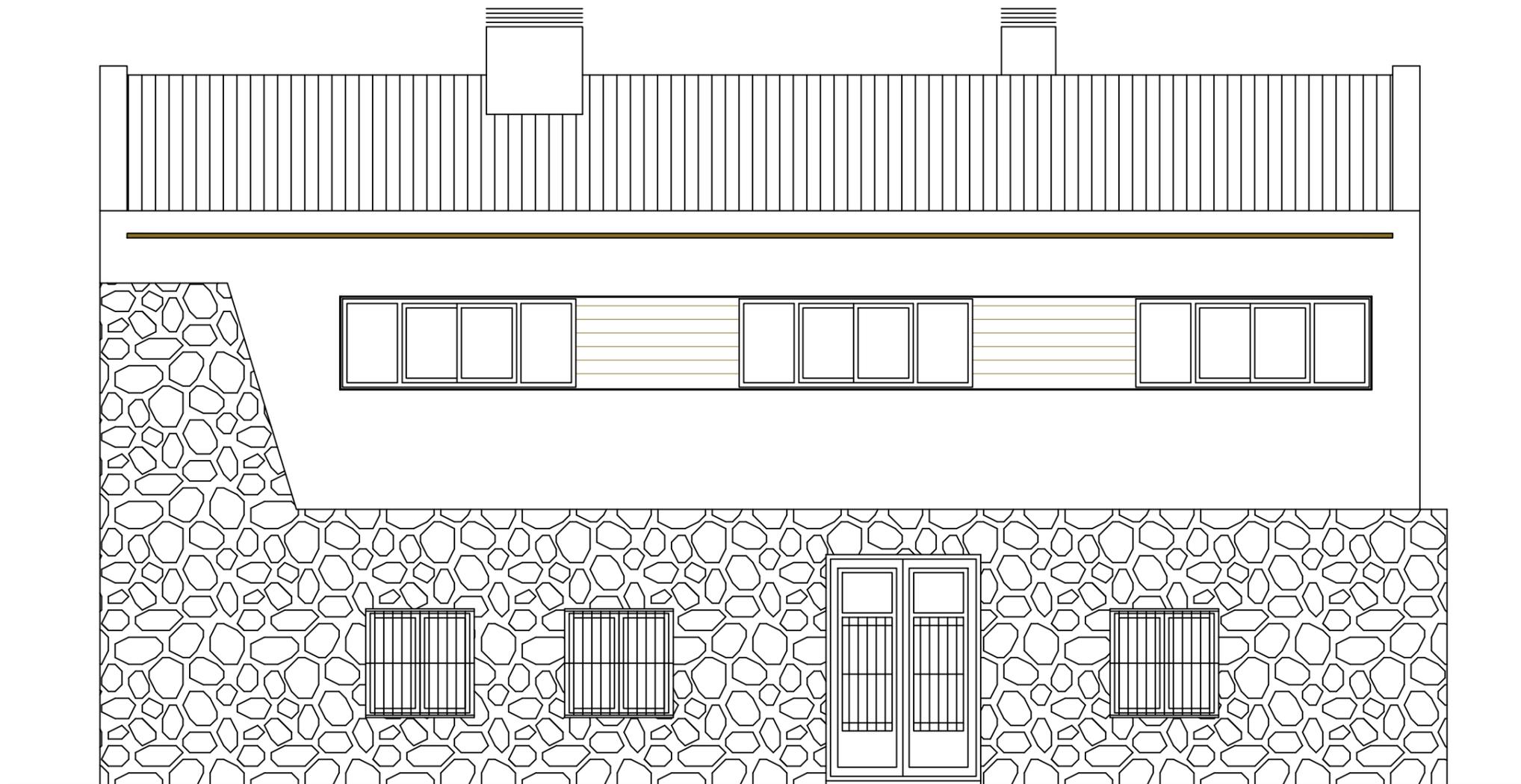
3.5. ANEXO



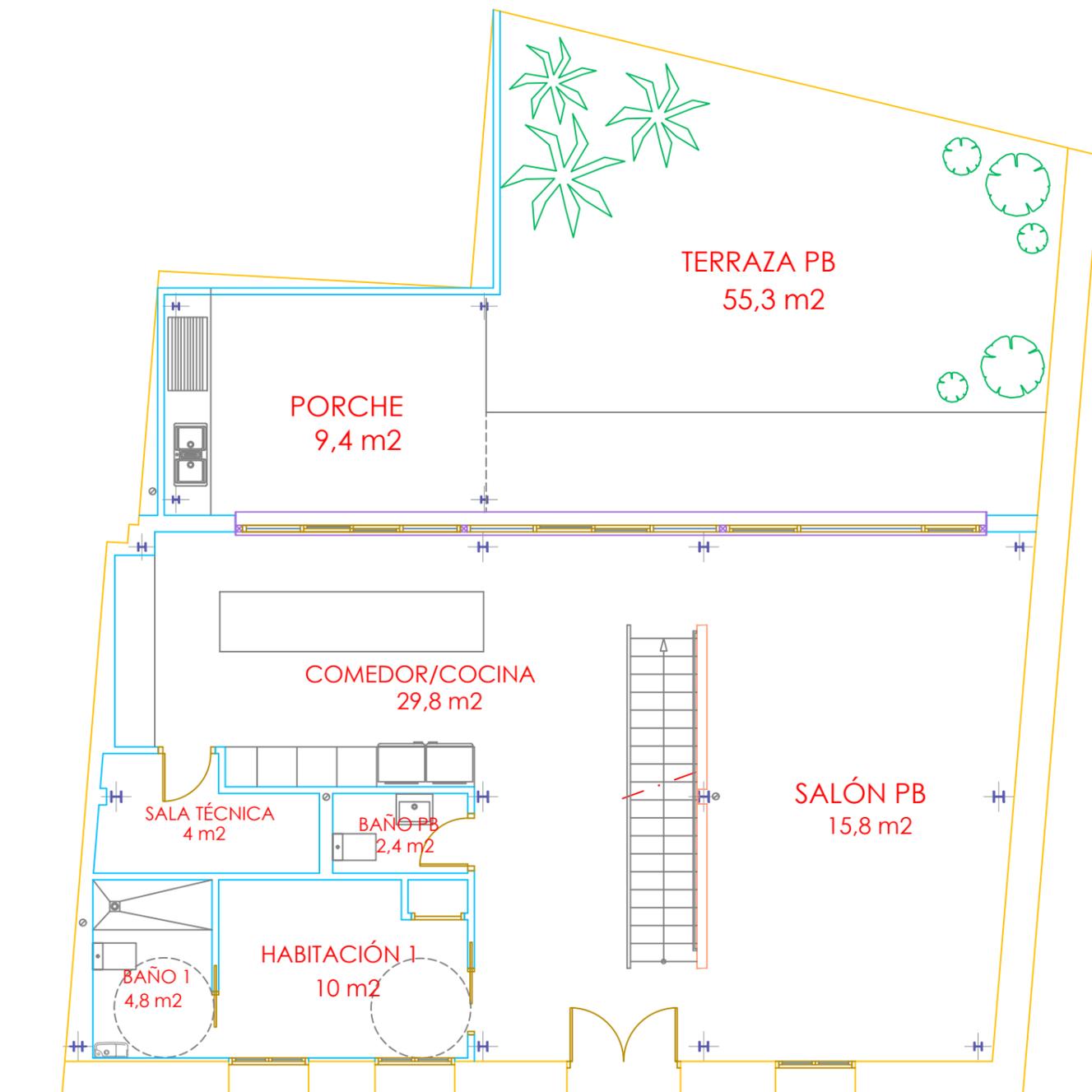
ALZADO INTERIOR

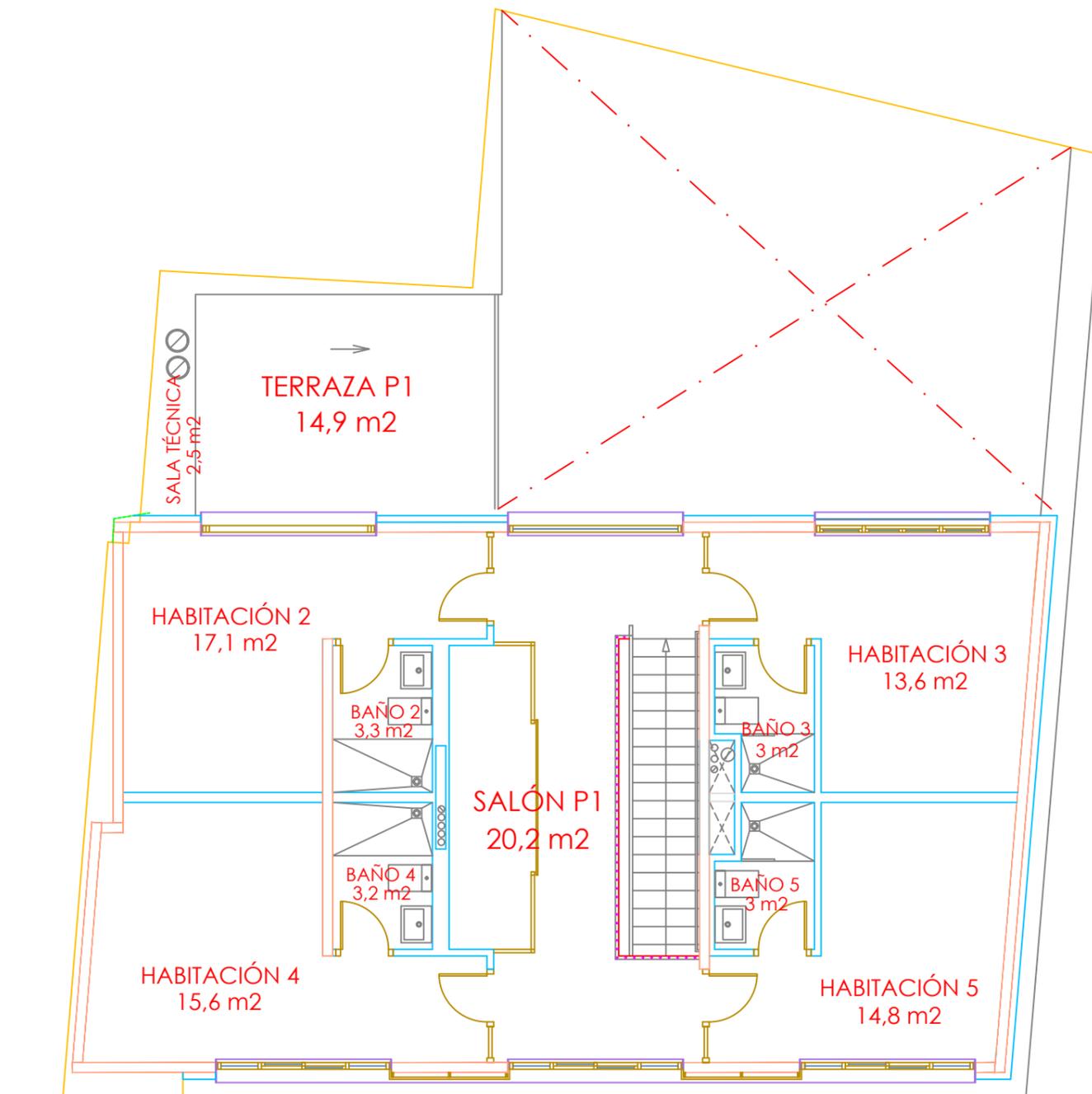


ALZADO CALLE LATERAL

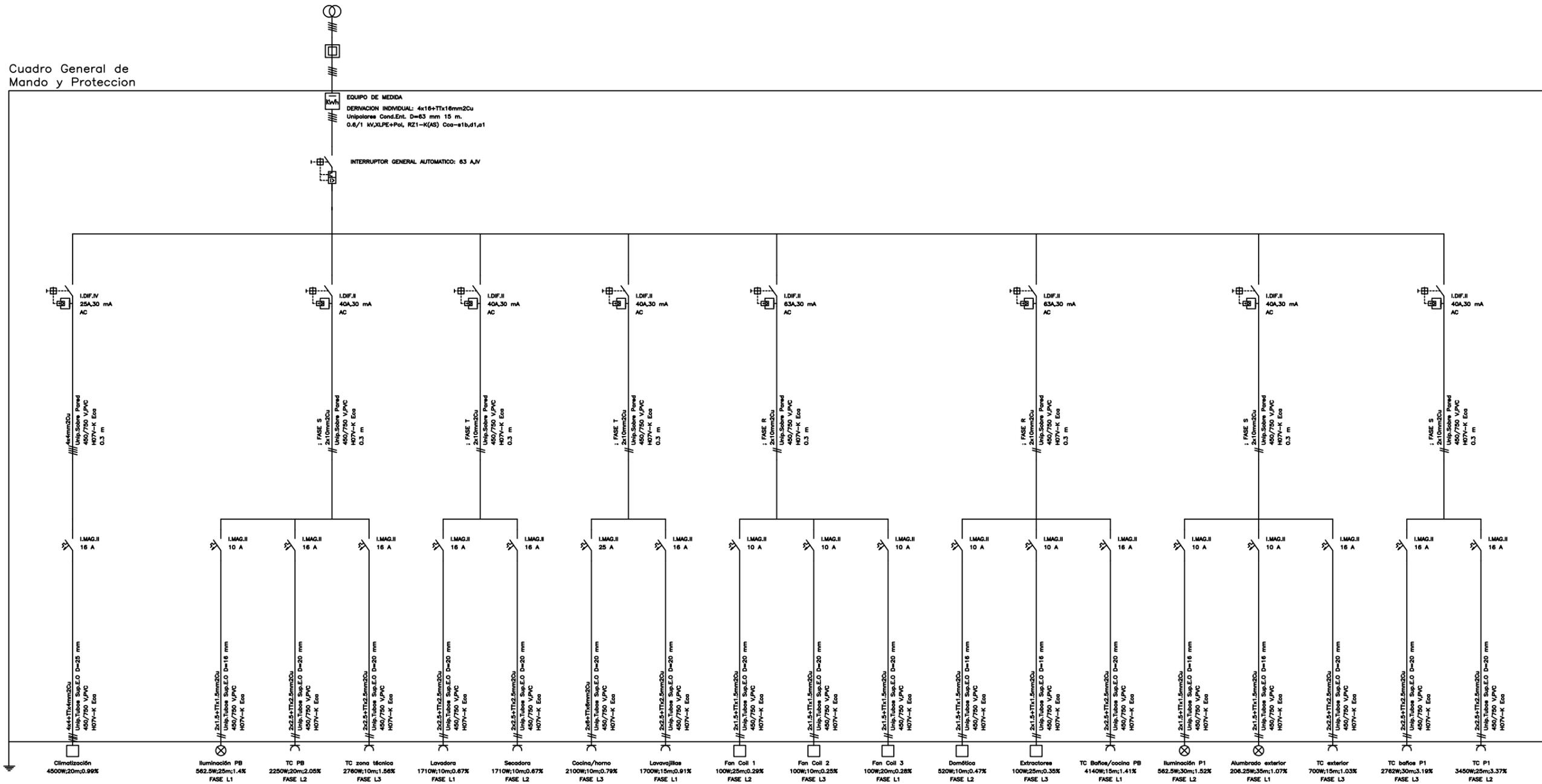


ALZADO FACHADA CALLE SANT ONOFRE



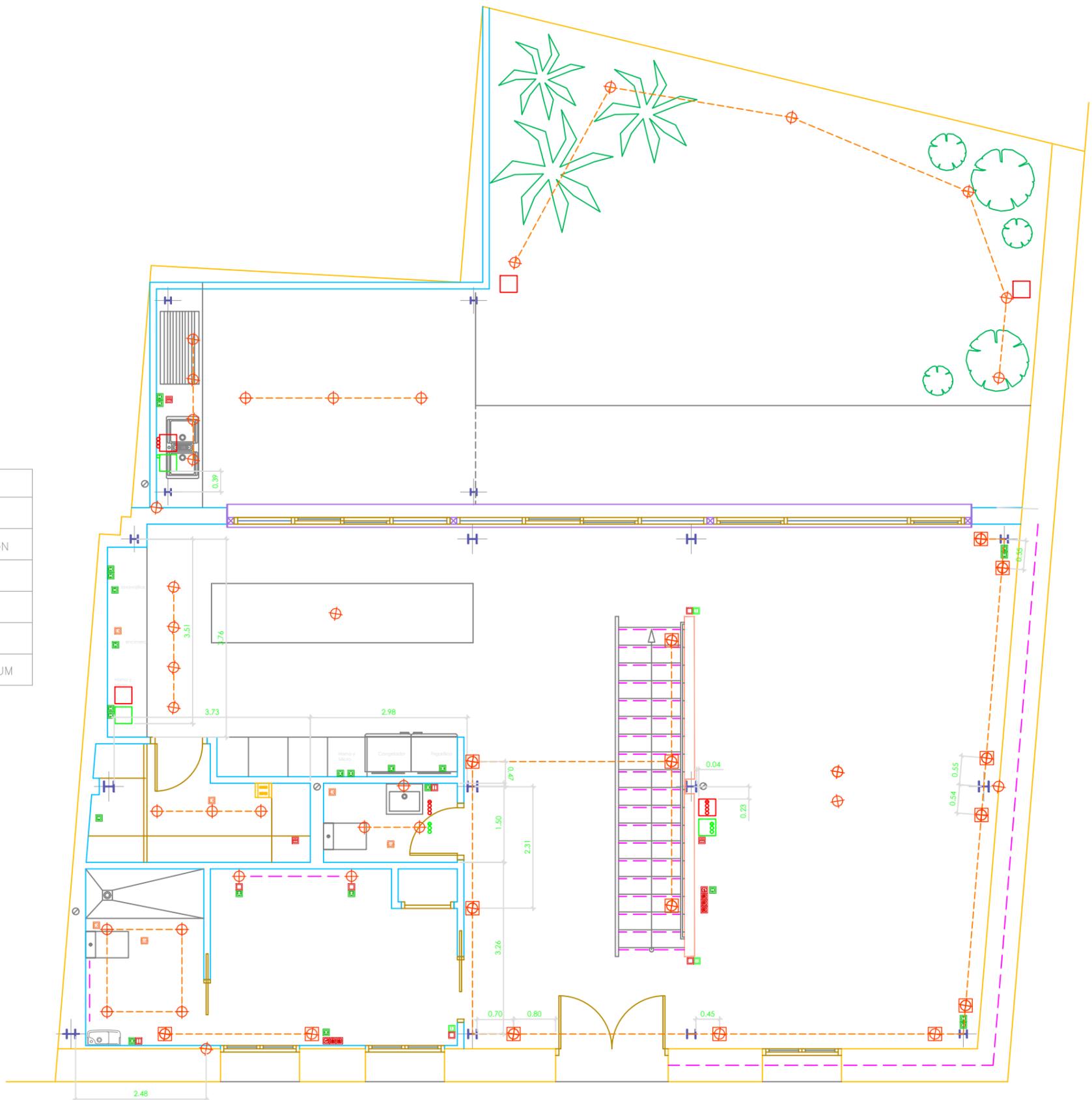


Cuadro General de Mando y Protección



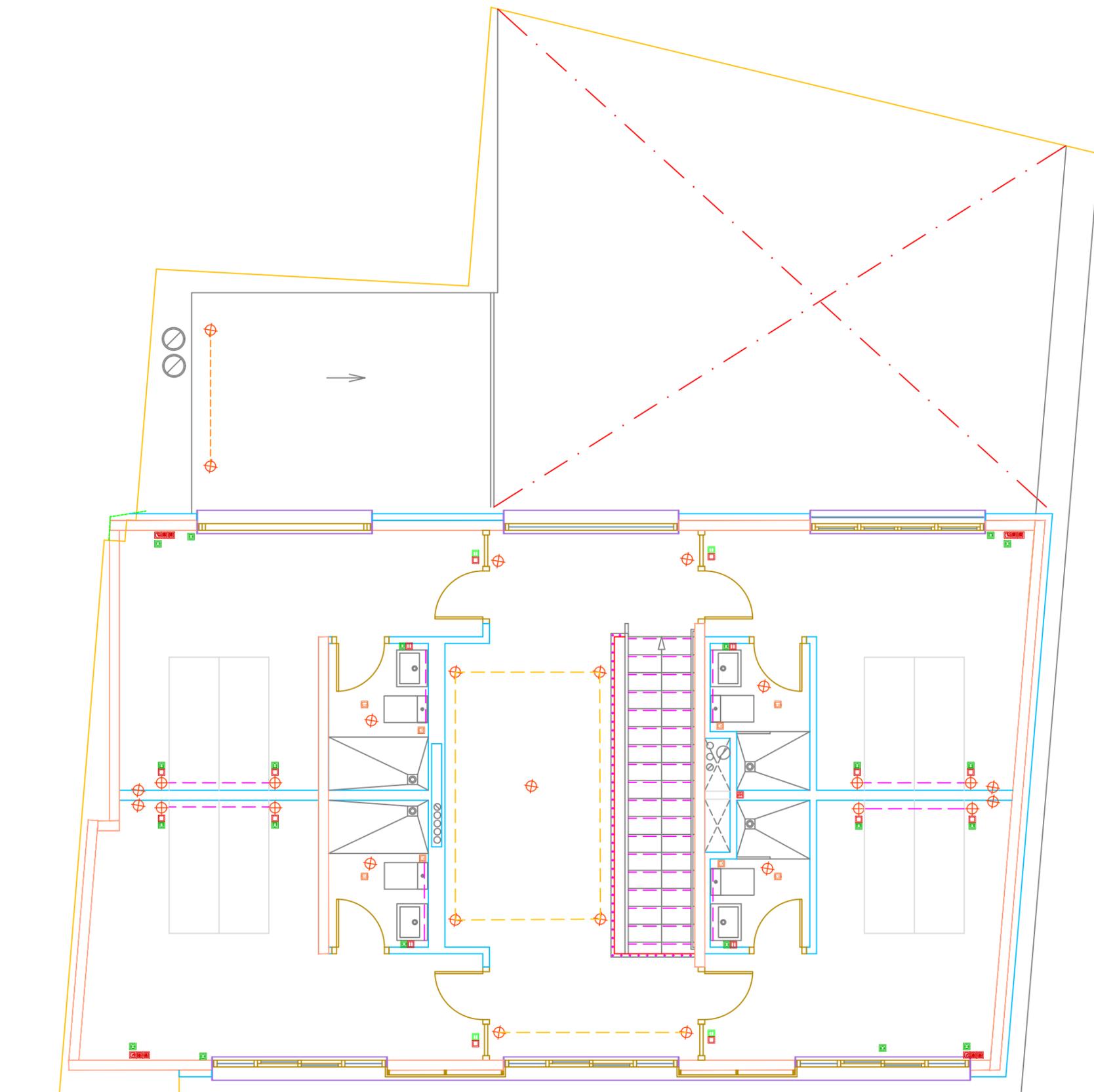
LEYENDA INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
	PUNTO LUZ (FOCOS)		CGPM
	PUNTO LUZ SUELO		TOMA DE TELEVISIÓN
	TIRA LED		TOMA DE RED
	BASE ENCHUFE 16A		FAN COIL
	BOTONERA		TOMA T.V.
	PULSADOR		PUENTES ENTRE LUM

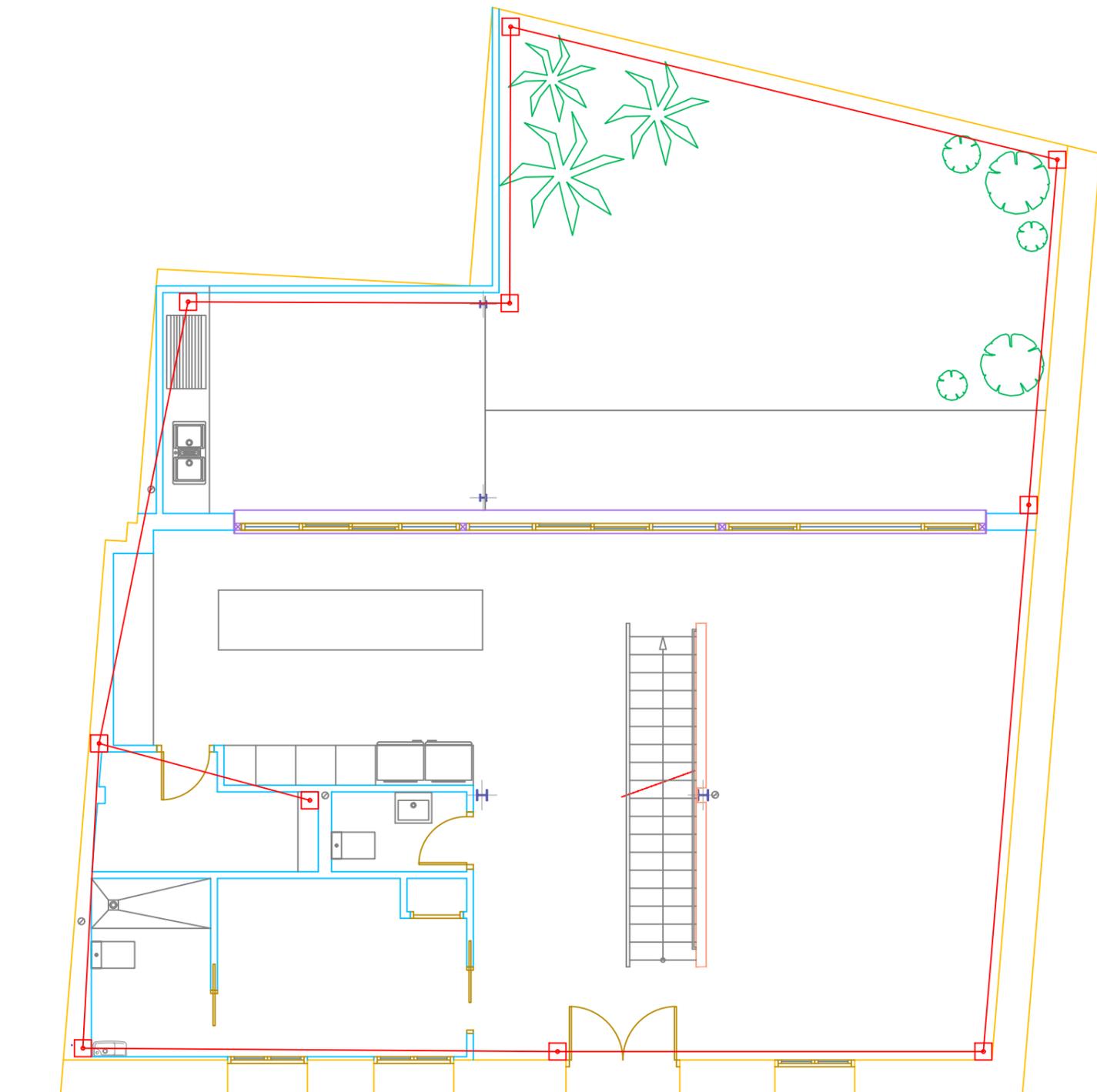
NOTA.- TODOS LOS PUNTOS DE LUZ Y TODAS LAS TOMAS DE CORRIENTE TENDRAN TOMA DE TIERRA



LEYENDA INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
	PUNTO LUZ (FOCOS)		CGPM
	PUNTO LUZ SUELO		TOMA DE TELEVISIÓN
	TIRA LED		TOMA DE RED
	BASE ENCHUFE 16A		FAN COIL
	BOTONERA		TOMA T.V.
	PULSADOR		PUENTES ENTRE LUM

NOTA.- TODOS LOS PUNTOS DE LUZ Y TODAS LAS TOMAS DE CORRIENTE TENDRAN TOMA DE TIERRA





LEYENDA PUESTA A TIERRA	
	Arqueta y pica
	Conductor de cobre

NOTA.- LAS ARQUETA DE LA PAT NO ESTARÁN ACCESIBLES, SALVO LA ARQUETA DEL CUARTO TÉCNICO

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



Proyecto: TRABAJO DE FIN DE GRADO

Plano: PUESTA A TIERRA

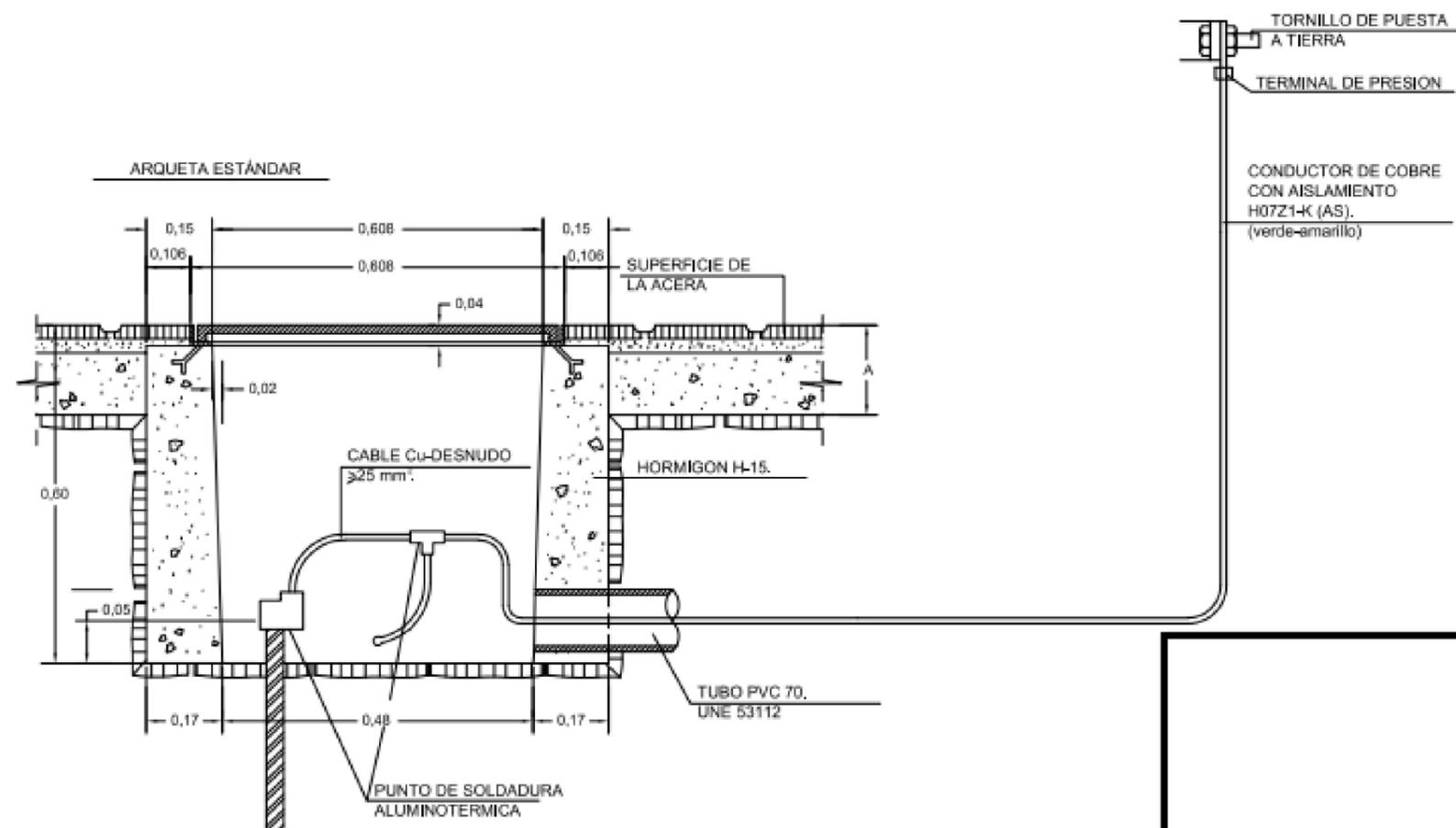
Autor: SERGIO PEREIRA VICEDO

Fecha: Diciembre 2021

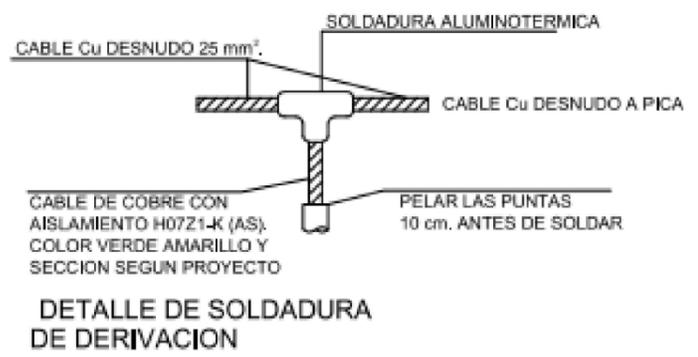
Escala: 1:200

Nº Plano:

11

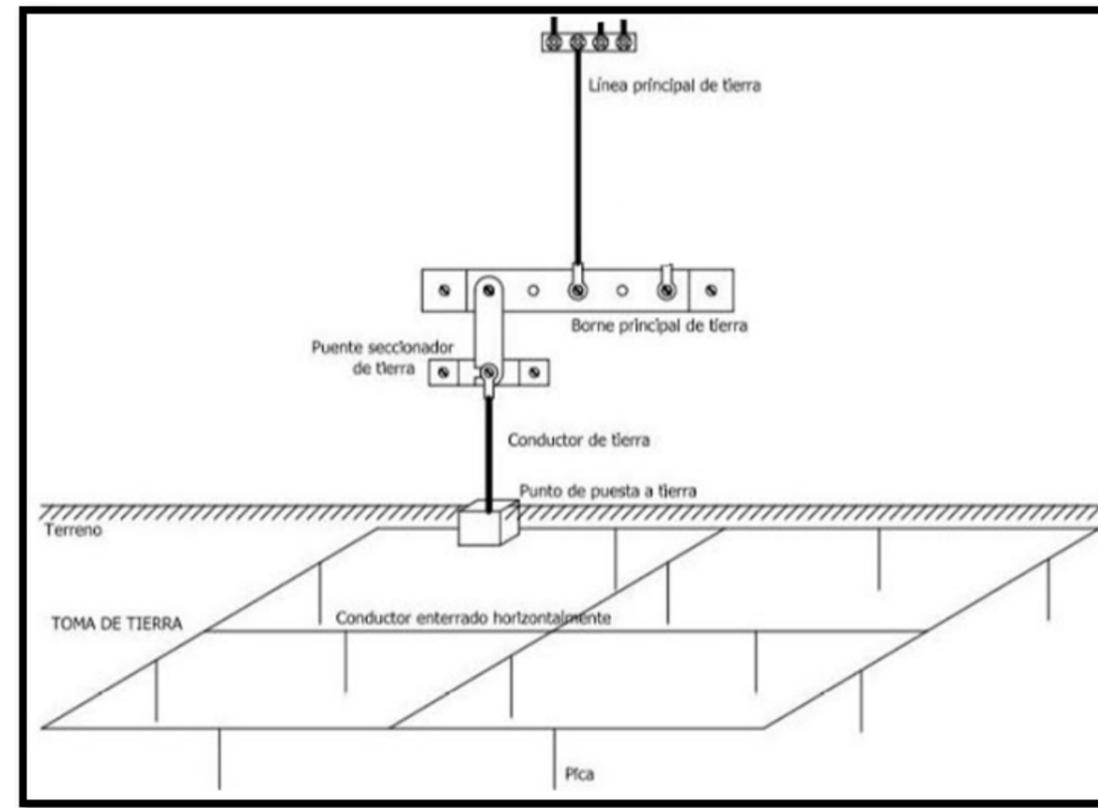


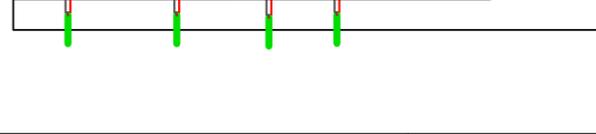
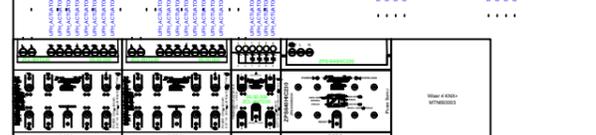
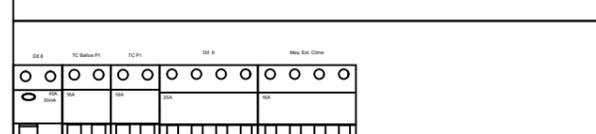
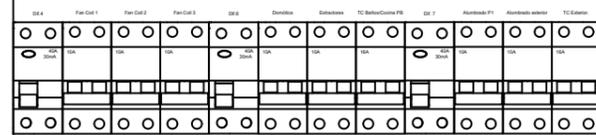
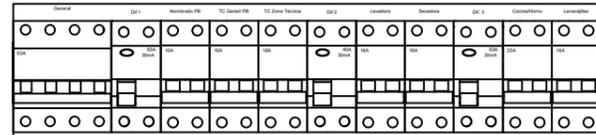
DETALLE DE TOMA DE TIERRA

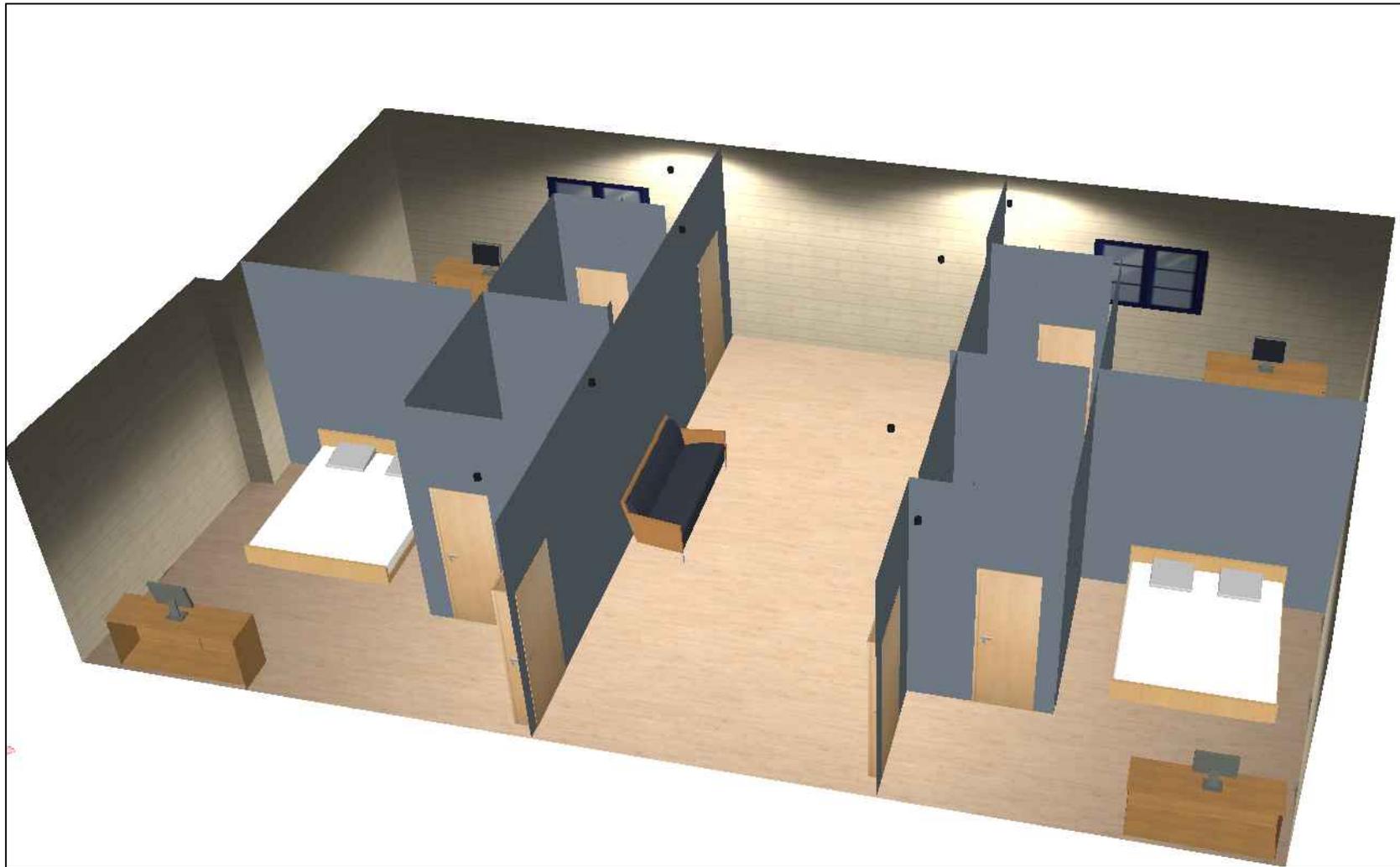


DETALLE DE SOLDADURA DE DERIVACION

PICA DE ACERO COBRIZADO
S/UNE 20.003, 37.103 Y 21.056
Ø0,014 Y DE 2,00 DE LONGITUD







TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA



Proyecto: Trabajo de fin de grado

Plano: Representación con dialux P1

Fecha: Diciembre 2021

Nº Plano:

Autor: Sergio Pereira Vicedo

Escala: 1:200

10



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



Proyecto: Trabajo de fin de grado

Plano: Representación con dialux PB

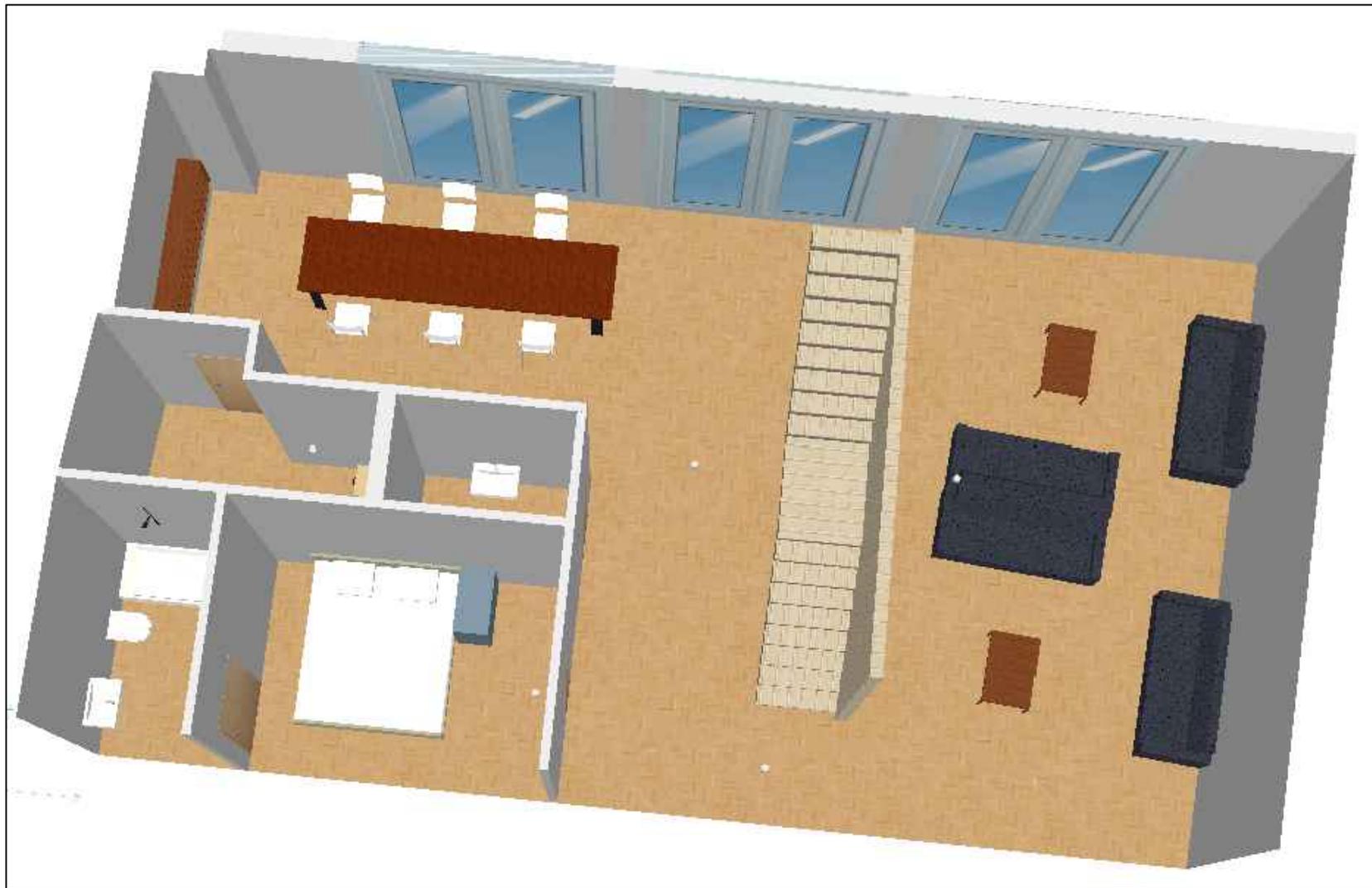
Fecha: Diciembre 2021

Nº Plano:

Autor: Sergio Pereira Vicedo

Escala: 1:200

7



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA ELÉCTRICA



Proyecto: Trabajo de fin de grado

Plano: Representación con dialux PB

Fecha: Diciembre 2021

Nº Plano:

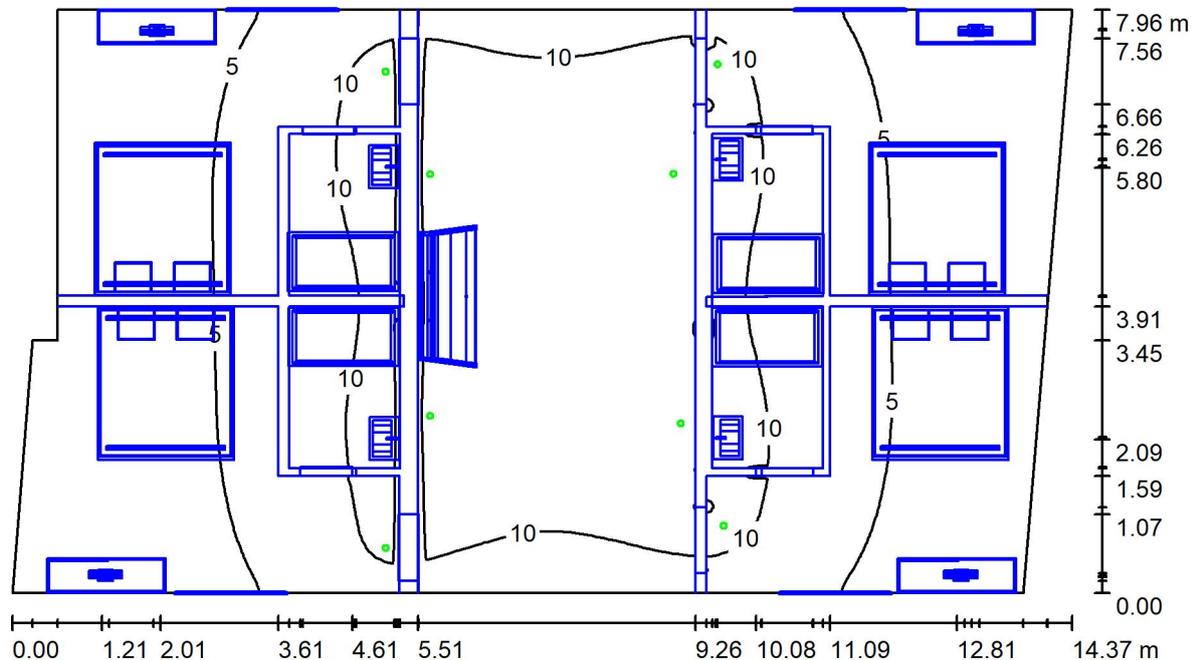
Autor: Sergio Pereira Vicedo

Escala: 1:200

9

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 3.100 m, Altura de montaje: 3.155 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	7.37	0.92	14	0.125
Suelo	59	6.18	1.30	9.63	0.211
Techo	70	0.00	0.00	0.01	0.027
Paredes (6)	64	3.80	0.01	82	/

Plano útil:

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

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

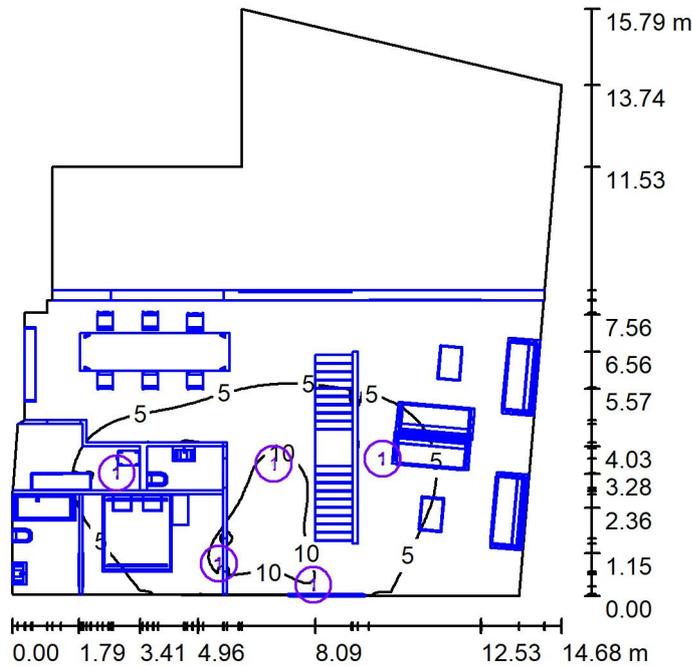
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS EM120B 1 xLED2S/760 OA (1.000)	185	185	3.0
			Total: 1480	Total: 1480	24.0

Valor de eficiencia energética: 0.22 W/m² = 3.00 W/m²/100 lx (Base: 108.50 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Emergencia 1 / Resumen



Altura del local: 3.100 m, Altura de montaje: 3.155 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:203

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	2.83	0.00	11	0.001
Suelo	54	2.55	0.01	7.38	0.004
Techo	70	0.00	0.00	0.01	0.005
Paredes (16)	47	1.52	0.00	330	/

Plano útil:

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

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Lista de piezas - Luminarias

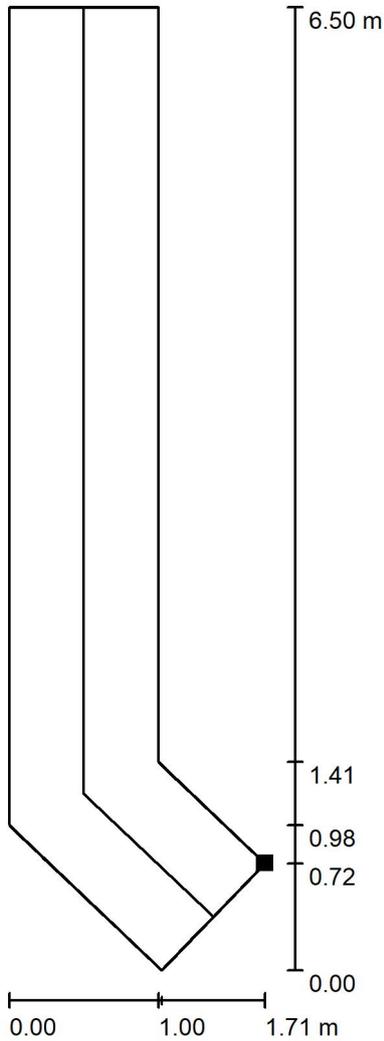
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS EM120B 1 xLED2S/760 OA (1.000)	185	185	3.0
			Total: 925	Total: 925	15.0

Valor de eficiencia energética: $0.08 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 183.34 m^2)



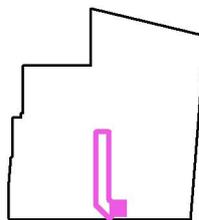
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Emergencia 1 / Via de evacuación 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(9.414 m, 1.299 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 16 Puntos

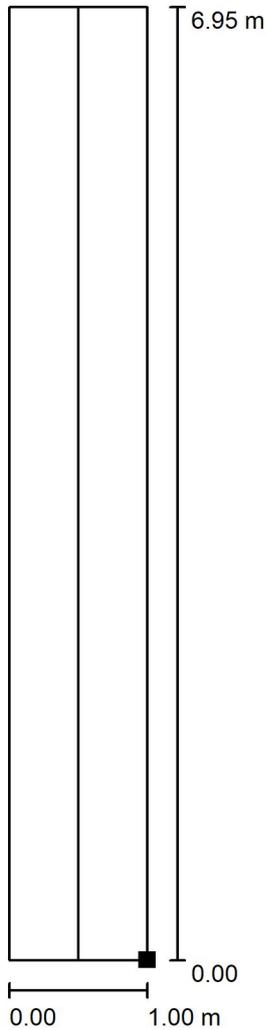
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
6.26	3.37	7.38	0.537	0.456

Línea media: E_{min} : 3.39 lx, E_{min} / E_{max} : 0.46 (1 : 2.18).

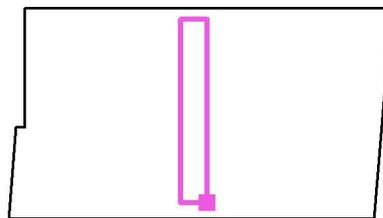


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Via de evacuación 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(8.500 m, 1.975 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 55

Trama: 32 x 8 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.10	7.78	9.63	0.854	0.808

Línea media: E_{min} : 7.78 lx, E_{min} / E_{max} : 0.81 (1 : 1.24).

4. INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO

4.1. MEMORIA

4.1.1. OBJETO.

El objeto del presente proyecto técnico es la de establecer las condiciones y características técnicas que ha de poseer la instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a la red de baja tensión, con compensación de excedentes, con el fin de obtener de la administración competente, la correspondiente autorización para su ejecución y puesta en servicio; definiendo de esta manera las características técnicas y de seguridad que deben reunir este tipo de instalaciones generadoras en Baja Tensión.

En la realización de la instalación fotovoltaica de autoconsumo se buscará en todo momento la optimización energética de la misma, para lo cual se utilizarán equipos y materiales de la más alta calidad que además permitirán garantizar en todo momento la seguridad, tanto de las personas como de la propia red y los restantes sistemas que están conectados a ella.

La instalación consta de un campo fotovoltaico que genera electricidad en corriente continua, un inversor que transforma esa electricidad de corriente continua a corriente alterna en baja tensión y un cuadro de protecciones que albergará las protecciones de continua y alterna. La energía generada será mayormente auto consumida por el cliente y el excedente se evacuará a la red de distribución eléctrica, mediante conexionado en el Cuadro General de Mando y Protección (C.G.M.P.), el cual está conectado a Interruptor General de Alimentación (I.G.A.), siendo este el punto frontero con la red de distribución (Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.).

A diferencia de un proyecto normal de autoconsumo donde se tiene un registro de lo que consume la instalación en nuestro proyecto no tendremos este tipo de información. Esto es debido a que no se trata de una vivienda normal, sino que a la instalación se le dará uso en todo momento como casa rural. Además, es de nueva construcción por lo que no se tiene facturas eléctricas para estimar el consumo.

Por todo ello se va a realizar una instalación de 6 kW los cuales se prevén utilizar para alimentar la máquina de aerotermia trifásica de 4,5 kW, bajando así el consumo de la instalación.

4.1.2. NORMATIVA APLICADA

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por Real Decreto 842/2.002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (B.O.E. de 18-08-2.002)
- Ley 24/2013, del 26 de diciembre se recogió una buena definición de lo que era el autoconsumo y las distintas modalidades que lo comprende.

- Real Decreto 15/2018 del 5 de octubre que derogó el llamado impuesto al sol, establecido el 10 de octubre de 2015 por el gobierno de Mariano Rajoy. Marcó las directrices a seguir en el autoconsumo.
- Real Decreto 244/2019 del 5 de abril que reguló las condiciones administrativas, técnicas y económicas de autoconsumo. con este nuevo decreto se da continuidad a lo establecido en el Real Decreto 15/2018, aclarando todos aquellos aspectos no definidos en dicho texto.

En este nuevo decreto se establecen los distintos tipos de autoconsumos, estableciendo así una serie de requisitos necesarios para poder acceder a cada una de estas modalidades:

- **Autoconsumo sin excedentes:**

Este tipo de instalaciones de autoconsumo caracteriza porque a pesar de estar conectadas a una red diferente a la de distribución y produciendo así su propia energía, en ningún momento se verterá a la red parte de esta energía. Por ello será necesario instalar algún tipo de sistema anti vertido que elimine esa posibilidad

- **Autoconsumo con excedentes acogida a compensación:**

En esta modalidad, cuando se está consumiendo toda la energía necesaria para el autoconsumo y se está produciendo más, la energía sobrante se inyectará a red, obteniendo así al final de cada mes un balance de la energía que ha sido consumida de la red y la energía que se ha vertido a ella, de este modo se realizará la compensación.

El precio de la energía vertida a la red será pactado con la distribuidora, al igual que el precio de la energía consumida de la red. Como concepto a remarcar diremos que la factura mensual de la luz nunca será a nulo a pesar de que no consumamos de la red e inyectemos nosotros, ya que se seguirán pagando los peajes de acceso.

Los requisitos que se deberá cumplir para suscribirse a esta modalidad son:

1. La instalación generadora es de fuente renovable.
2. La potencia de la instalación de producción es igual o inferior a 100 kW.
3. Si procede, se ha suscrito un contrato único para el consumo y para los servicios auxiliares.
4. Se suscribe un contrato de compensación de excedentes entre productor y consumidor.
5. La instalación no tiene otorgado un régimen retributivo adicional específico.

- **Autoconsumo con excedentes no acogida a compensación:**

A este tipo de modalidad te puedes suscribir voluntariamente o bien por qué no se cumplen alguno de los requisitos mencionados anteriormente, de todas formas, este tipo de modalidad

está más indicada a instalaciones grandes de más de 100 kW las cuales en ciertos momentos tengan una gran cantidad de excedentes que se viertan a la red.

A diferencia de la modalidad de compensación, aquí todos los excedentes se venderán en el mercado eléctrico al mismo precio que el resto de las energías renovables.

4.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La instalación solar que se proyecta estará constituida por 20 paneles fotovoltaicos que serán los encargados de convertir la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica.

El módulo fotovoltaico a instalar será un panel fotovoltaico de tecnología policristalina de 335 Wp de potencia, completando así un total de 6,7 kWp.

La potencia generada por estos paneles fotovoltaicos se canalizará a través de las salidas de las cadenas o strings que discurren por bandeja metálica cerrada en el tramo de intemperie y mediante tubo metálico en la bajada en vertical.

Se realizará la bajada desde la cubierta, donde se instalarán las placas, hasta el cuarto técnico donde se conectará al inversor, mediante tubo empotrado de 63 mm. Dado que la casa es de nueva construcción a la hora de construirla ya se tuvo en cuenta que se iban a poner placas solares en el tejado por lo que se preparó una bajada hasta el cuarto técnico situado dos pisos más abajo.

4.1.4. RADIACIÓN Y PRODUCCIÓN

- **Radiación y producción anual:**

Para obtener los valores de radiación y producción horario para cada mes deberemos de tener en cuenta que la instalación de las placas solares no se realizará de manera óptima, esto es debido a que la orientación del tejado y su inclinación no son las mejores para la eficiencia de las placas solares.

Bien es cierto que se puede poner estructuras para las placas solares que corrijan la orientación y la inclinación, pero en el caso de nuestra instalación las placas solares irán en una estructura coplanar para disminuir el impacto visual además de facilitar su instalación.

Las estructuras Coplanares se utilizan en tejados inclinados y ofrecen posibilidades como los salvatejas y fijadores de doble rosca que facilitan su montaje y disminuyen el impacto visual.

Éstas se fijan al techo de los edificios utilizando dos perfiles de aluminio sobre los que posteriormente se colocarán los paneles solares. Dichos paneles tendrán la misma inclinación que el ángulo del tejado sobre el que se monte la estructura.

Debido a todo esto tendremos los siguientes valores de orientación e inclinación:

- Azimut (desviación con respecto del sur): -35°
- Inclinación: 25°

Con estas consideraciones y con la ayuda del programa PVGIS podemos calcular la producción anual (kWh) de nuestra instalación.

Lo primero será introducir los datos de la localización, la inclinación y el azimut de nuestras placas solares.

Cursor:
Seleccionado: 39.018, -0.624
Elevación (m): 178

Utilizar las sombras del terreno:
 Horizonte calculado
 Cargar archivo de horizonte

Buttons: [csv](#) [json](#) [Seleccionar archivo](#) Ningún archivo seleccionado

RENDIMIENTO DE UN SISTEMA FV CONECTADO A RED

Base de datos de radiación solar*: PVGIS-SARAH
 Tecnología FV*: Silicio cristalino
 Potencia FV pico instalada [kWp]*: 6.7
 Pérdidas sistema [%]*: 11

Opciones de montaje fijo
 Posición de montaje*: Integrado en el edificio
 Optimizar inclinación
 Optimizar inclinación y azimut

Inclinación [°]*: 25
 Azimut [°]*: -35

Precio electricidad FV
 Coste sistema FV [su divisa]:
 Interés [%/año]:
 Vida útil [años]:

Buttons: [Visualizar resultados](#) [csv](#) [json](#)

Ilustración 12: Captura de la página PVGIS para calcular producción

Una vez introducido los valores de nuestra instalación en el programa podremos visualizar los resultados obteniendo así los siguientes valores:

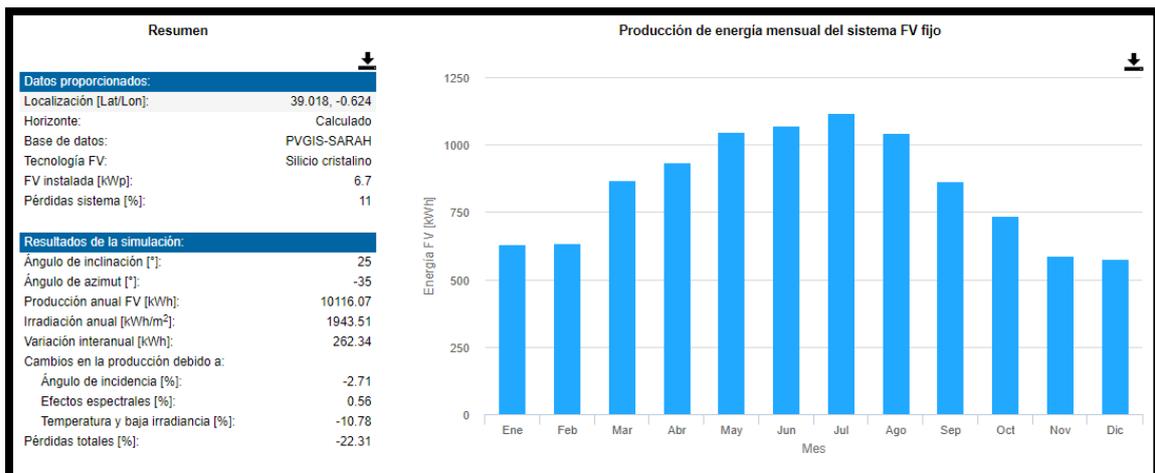


Ilustración 13. Captura programa PVGIS PROducción mensual

Valores con inclinación (25º) y azimut (-35º) reales:

- Producción anual (kWh): 10116,07
- Irradiación anual (kWh/m2): 1943,51

Valores con inclinación (35º) y azimut (-4º) óptimos calculados por el programa PVGIS para nuestra localización:

- Producción anual (kWh): 10536
- Irradiación anual (kWh/m2): 2023,09

Como vemos sí que es cierto que se produce una disminución de la producción debido a no tener una inclinación y un azimut óptimos, pero esta disminución de la producción no es algo que nos perjudique en exceso, ya que solo se han tenido unas pérdidas de aproximadamente el 4%.

- **Radiación y producción diaria.**

Aunque actualmente no se disponga de facturas eléctricas para determinar los consumos que se tendrán en nuestra instalación sí que vamos a realizar un estudio de la radiación y la producción horaria para cada mes del año, de esta forma cuando la instalación llevo un tiempo en funcionamiento como casa rural y se conozca el consumo real se podrá hacer una comparación entre lo que está generando nuestra instalación y lo que se está consumiendo. Con esto se podrá calcular cuánto se está ahorrando en la factura de la luz y el tiempo que se tardará en recuperar la inversión.

Como nosotros no podemos conocer los consumos los estimaremos y determinaremos un tiempo de recuperación de la inversión.

Para obtener los valores de producción y radiación diaria volveremos a hacer uso del PVGIS, el cual tiene una opción para poder calcularlos.

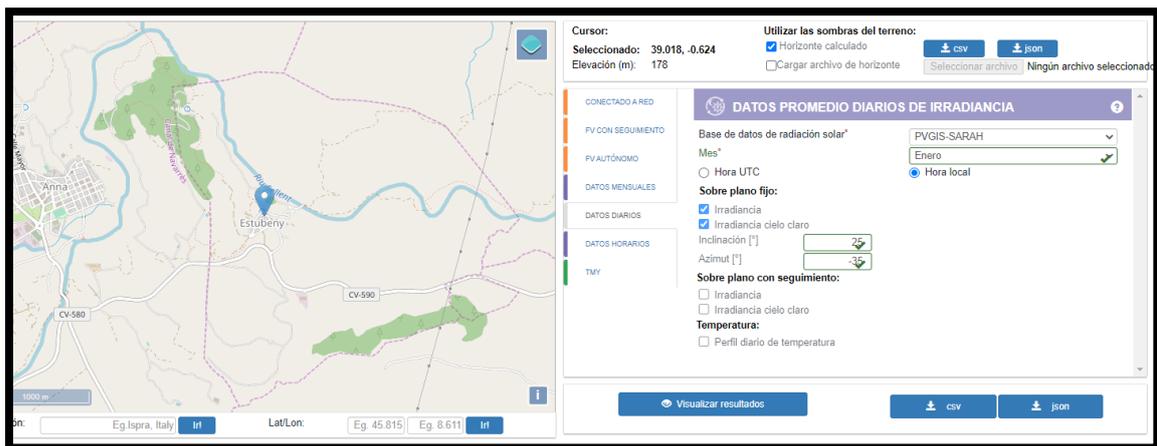


Ilustración 14: Captura programa PVGIS Datos Diarios

Introduciendo los valores correspondientes a nuestra instalación y escogiendo el mes en el que queremos obtener los valores se generaran los siguientes pdf de donde obtendremos los valores de la radiación horaria mensual.

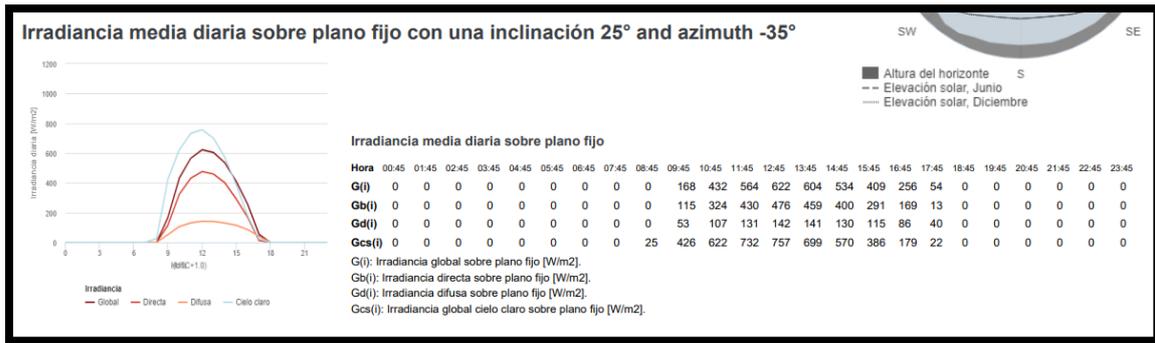


Ilustración 15: Captura producción diaria del mes de junio

Como vemos en el PDF se nos generan unas curvas de radiación para el mes seleccionado, y una tabla con todos los valores de radiación para cada hora del día.

Esto deberemos de hacerlo para todos los meses del año obteniendo así todas las curvas de radiación con las que obtendremos las gráficas de producción diaria a través de la siguiente fórmula:

$$Producción(W) = \frac{radiancia * Pplaca}{1000} * N^{\circ}placas * pérdidas$$

ENERGÍA PRODUCIDA												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:45	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
6:45	0	0	0	22	139	153	117	31	0	0	0	0
7:45	0	0	33	298	370	369	331	277	225	32	0	0
8:45	25	270	427	558	605	591	558	518	485	459	318	29
9:45	426	541	675	778	802	779	754	728	705	687	559	441
10:45	622	737	855	933	939	912	897	880	860	839	717	616
11:45	732	851	954	1012	1006	980	973	961	937	907	789	704
12:45	757	877	970	1013	1001	979	980	969	933	891	777	707
13:45	699	820	904	937	926	911	919	904	854	795	686	632
14:45	570	688	765	794	789	785	797	775	708	631	529	489
15:45	386	497	568	597	603	612	626	595	512	419	327	301
16:45	179	273	337	369	389	410	424	386	293	192	119	41
17:45	22	43	114	146	177	208	219	179	80	35	0	0
18:45	0	0	28	51	72	88	88	71	29	0	0	0
19:45	0	0	0	0	25	41	41	15	0	0	0	0
20:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4418	5597	6630	7508	7843	7829	7724	7289	6621	5887	4821	3960

Tabla 10: Tabla donde se recoge la radiación

Una vez que hemos elaborado la tabla de radiación para todos los meses del año hemos podido ver que el mes que tiene una radiación más grande es el mes de abril, llegando a pasar de los 1000 W/m2, lo que significa que en ese momento las placas estarán generando mayor potencia de la que pone en sus especificaciones, ya que los fabricantes hacen las curvas de potencia de las placas para 1000 w/m2 y 25 °C.

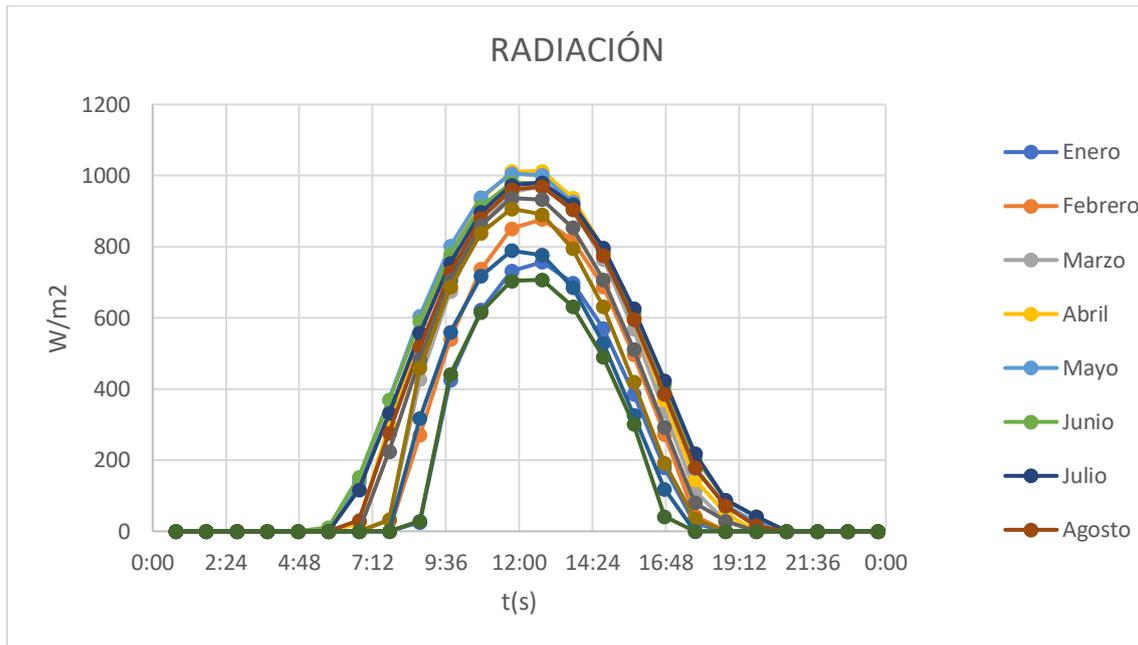


Ilustración 16: Gráfico de la radiación de todos los meses

Dejando aparte esto, nos queda la obtención de la producción mensual de energía que deberemos elaborar teniendo en cuenta el tipo de placa solar elegida, el número de estas y las pérdidas que se producen en la instalación.

- Con respecto a las placas solares utilizadas mostraremos las especificaciones en el apartado de configuración de la instalación. Lo único que anotaremos ahora es que las placas serán de una potencia de 335 W.
- El número de placas que vamos a montar en nuestra instalación será de 20 placas solares. Esto es debido a que no tenemos registros anteriores de consumos y que la casa rural nunca ha entrado en funcionamiento antes por lo que no podemos calcular con exactitud el número de placas necesario para cubrir la demanda, por ello hemos decidido instalar 20 placas de 335 vatios y en un futuro si fuera necesario se podría ampliar la instalación. A continuación dejaremos las curvas de producción con 20 placas.
- Por último en el tema de las pérdidas que podemos obtener en la instalación y cogiendo referencia de otras instalaciones que hemos podido ver a lo largo del curso pondremos unas pérdidas de entre el 18 y el 19 %.

ENERGÍA PRODUCIDA												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE
0:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:45	0,0	0,0	0,0	120,9	763,7	840,6	642,8	170,3	0,0	0,0	0,0	0,0
7:45	0,0	0,0	181,3	1637,2	2032,8	2027,3	1818,5	1521,8	1236,2	175,8	0,0	0,0
8:45	137,4	1483,4	2345,9	3065,7	3323,9	3247,0	3065,7	2845,9	2664,6	2521,7	1747,1	159,3
9:45	2340,4	2972,3	3708,5	4274,3	4406,2	4279,8	4142,5	3999,6	3873,3	3774,4	3071,1	2422,9
10:45	3417,3	4049,1	4697,4	5125,9	5158,9	5010,5	4928,1	4834,7	4724,8	4609,5	3939,2	3384,3
11:45	4021,6	4675,4	5241,3	5559,9	5527,0	5384,1	5345,7	5279,7	5147,9	4983,1	4334,8	3867,8
12:45	4159,0	4818,2	5329,2	5565,4	5499,5	5378,6	5384,1	5323,7	5125,9	4895,2	4268,8	3884,3
13:45	3840,3	4505,1	4966,6	5147,9	5087,4	5005,0	5049,0	4966,6	4691,9	4367,7	3768,9	3472,2
14:45	3131,6	3779,9	4202,9	4362,2	4334,8	4312,8	4378,7	4257,9	3889,8	3466,7	2906,3	2686,6
15:45	2120,7	2730,5	3120,6	3279,9	3312,9	3362,3	3439,2	3268,9	2812,9	2302,0	1796,5	1653,7
16:45	983,4	1499,9	1851,5	2027,3	2137,2	2252,5	2329,5	2120,7	1609,7	1054,8	653,8	225,3
17:45	120,9	236,2	626,3	802,1	972,4	1142,8	1203,2	983,4	439,5	192,3	0,0	0,0
18:45	0,0	0,0	153,8	280,2	395,6	483,5	483,5	390,1	159,3	0,0	0,0	0,0
19:45	0,0	0,0	0,0	0,0	137,4	225,3	225,3	82,4	0,0	0,0	0,0	0,0
20:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL (W)	24272,5	30749,9	36425,2	41249,0	43089,4	43012,5	42435,7	40045,8	36375,8	32343,2	26486,6	21756,2

Tabla 11: Energía producida en cada mes por las placas solares

Obteniendo así que el mes que más energía producirá será el mes de mayo.

4.1.5. CONSUMOS ESTIMADOS

Como hemos comentado ya en numerosas ocasiones nuestra vivienda o casa rural es de nueva construcción, por lo que no se tiene registro de consumos pasados y al no haber estado nunca en funcionamiento como casa rural ni haber otra casa rural de estas características vamos a tener que hacer una estimación de lo que creemos que podría consumir cuando estuviera con huéspedes y cuando no.

RECEPTORES	Nº	P(W)	Ptotal (W)
Foco LED	32	40	1280
Foco downlight LED	17	10	170
Foco suelo LED	13	40	520
Tira LED	55	14,4	792
Cafetera	1	2000	2000
Nevera	1	400	400
Microondas	1	1000	1000
Televisión	6	200	1200
Fan Coil	3	100	300
Extractores	2	100	200
Bomba de agua	1	600	600
Descalcificador	1	50	50
Calentador	2	1000	2000
Rack de comunicaciones	1	500	500
Receptores varios	1	3000	3000
Máquina de aerotermia	1	13500	13500

Tabla 12: Tabla resumen de las potencias de los receptores

Como vemos no tenemos una gran cantidad de receptores ya que no se trata de una vivienda de uso normal, si no que al tener la función de casa rural el equipamiento que tiene la casa a pesar de ser bastante elevado no será igual que el de una vivienda de uso medio. Para resumir el consumo vendrá casi en su totalidad de las luminarias y de la máquina de aerotermia la cual estará en funcionamiento siempre que la casa este ocupada.

Como vamos a realizar una instalación de autoconsumo conectada a la red eléctrica es importante tener en cuenta cual será el consumo diario y de cada mes. Debemos resaltar que la casa rural no va a estar ocupada permanentemente, ya que al tratarse de una casa rural los alquileres no son de larga duración, como mucho pueden durar una semana, aunque no sería lo normal. Dada la experiencia que tienen los dueños en este tipo de instalaciones lo más habitual es que a excepción las semanas de navidad, pascua y verano la casa se ocupará mayormente los fines de semana, de viernes a domingo.

Debido a todo esto tendremos dos días tipo de consumos, uno corresponderá a cuando la casa este ocupada y el otro día tipo será cuando la casa no esté reservada y por tanto no estará en funcionamiento, tendremos un consumo residual.

Con toda esta información vamos a elaborar las tablas de consumos para así poder representar después las curvas.

Ciertas cosas a tener en cuenta es que cuando la casa este ocupada tendremos unos picos de consumos bastante elevados, esto es debido a que la casa en general está diseñada para que sea ocupada entre 10 y 12 personas con lo que el consumo como es lógico será elevado. También al tratarse de una casa rural, es decir, una casa de alquiler, los huéspedes no van a tener la misma consideración a la hora de conectar receptores que si se tratara de su propia vivienda, seguramente haya bastantes personas duchándose al mismo tiempo, el aire acondicionado o la calefacción estará enchufada permanentemente, las luces por lo general estarán bastante tiempo encendidas al tratarse de tanta gente y por el mismo motivo el número de receptores conectados a los enchufes será alto, como pueden ser cargadores de móviles, secadores de pelo, equipos de música etc.

A continuación, vamos a mostrar dos gráficas de consumo, ambas elaboradas a partir de las tablas de consumos que se adjuntaran en los anexos de este trabajo. La razón de elaborar dos tipos de curvas de consumo por mes es debido a que el consumo cuando la casa no esté ocupada será mucho más reducido a cuando la casa tenga huéspedes.

CONSUMOS CON LA CASA OCUPADA																	
HORAS	Foco LED	Foco downlight	Foco suelo	Tira LED	Cafetera	Nevera	Microondas	Televisión	Fan coil	Extractores	mba de ag	Descalcificador	Calentador	Rack	Receptores	aq. Aeroterm	TOTAL (W)
0:45	384,00	50,00	520,00	554,00	0,00	100,00	0,00	800,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	355,00
1:45	384,00	50,00	520,00	554,00	0,00	100,00	0,00	800,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	355,00
2:45	256,00	50,00	520,00	554,00	0,00	100,00	0,00	800,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	355,00
3:45	256,00	50,00	50,00	50,00	0,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	355,00
4:45	256,00	50,00	50,00	50,00	0,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	355,00
5:45	128,00	50,00	50,00	50,00	0,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	355,00
6:45	128,00	50,00	50,00	50,00	0,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	355,00
7:45	128,00	50,00	50,00	50,00	0,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	455,00
8:45	128,00	50,00	50,00	50,00	0,00	100,00	500,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	1.000,00	300,00	500,00	2.000,00	5.108,00
9:45	384,00	170,00	50,00	144,00	400,00	100,00	500,00	400,00	100,00	10,00	100,00	20,00	1.000,00	300,00	500,00	2.000,00	6.178,00
10:45	384,00	170,00	50,00	144,00	400,00	400,00	500,00	400,00	100,00	10,00	100,00	20,00	1.000,00	300,00	500,00	2.000,00	6.478,00
11:45	384,00	170,00	50,00	144,00	400,00	400,00	500,00	400,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	5.678,00
12:45	384,00	50,00	50,00	50,00	0,00	100,00	0,00	400,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	4.264,00
13:45	384,00	170,00	50,00	50,00	0,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	4.184,00
14:45	384,00	170,00	520,00	50,00	400,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	5.054,00
15:45	384,00	50,00	520,00	50,00	400,00	100,00	0,00	800,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	5.534,00
16:45	128,00	50,00	50,00	50,00	400,00	100,00	0,00	800,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	4.808,00
17:45	128,00	50,00	50,00	50,00	400,00	100,00	0,00	800,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	4.808,00
18:45	128,00	50,00	50,00	50,00	100,00	100,00	0,00	800,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	4.508,00
19:45	896,00	50,00	50,00	50,00	0,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	1.000,00	300,00	500,00	2.000,00	5.376,00
20:45	896,00	170,00	520,00	554,00	0,00	400,00	500,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	1.000,00	300,00	500,00	2.000,00	455,00
21:45	896,00	170,00	520,00	554,00	400,00	400,00	500,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	1.000,00	300,00	500,00	2.000,00	455,00
22:45	896,00	170,00	520,00	554,00	400,00	400,00	500,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	1.000,00	300,00	500,00	2.000,00	455,00
23:45	896,00	50,00	520,00	554,00	400,00	100,00	0,00	200,00	100,00	10,00	100,00	20,00	200,00	300,00	500,00	2.000,00	355,00
TOTAL (W)																	66.638,00

CONSUMOS CON LA CASA SIN OCUPAR																	
HORAS	Foco LED	Foco downlight	Foco suelo	Tira LED	Cafetera	Nevera	Microondas	Televisión	Fan coil	Extractores	mba de ag	Descalcificador	Calentador	Rack	Receptores	aq. Aeroterm	TOTAL (W)
0:45	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
1:45	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
2:45	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
3:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
4:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
5:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
6:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
7:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	455,00
8:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	570,00
9:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	570,00
10:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	570,00
11:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	570,00
12:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	570,00
13:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	570,00
14:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	570,00
15:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
16:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
17:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
18:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
19:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	455,00
20:45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	455,00
21:45	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	455,00
22:45	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	455,00
23:45	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,00	100,00	300,00	0,00	0,00	355,00
TOTAL (W)																	10.525,00

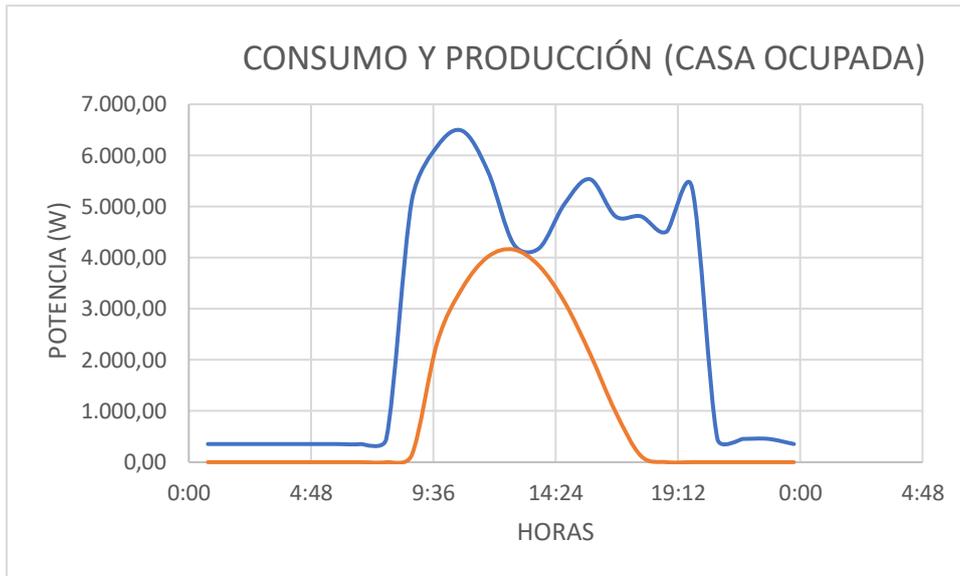


Ilustración 17: Gráfico consumo y producción casa ocupada

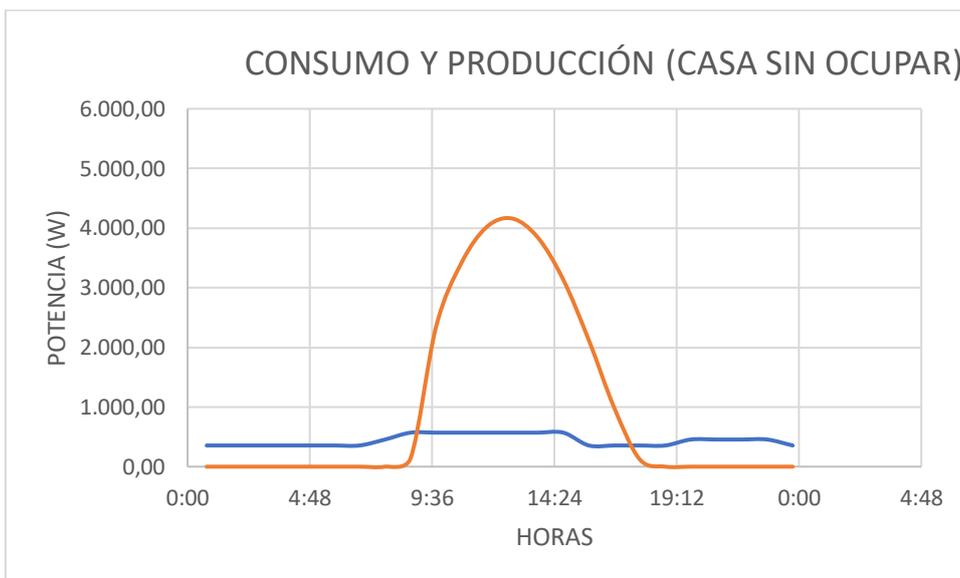


Ilustración 18: Gráfico consumo y producción casa no ocupada

Como vemos a pesar de haber comparado las curvas de consumos con la radiación del mes de enero sabemos que para el resto de los meses vamos a obtener resultados muy similares.

Cuando la casa se encuentre ocupada casi la totalidad de la energía generada por las placas solares será consumida por los receptores de la casa, ya que tenemos una máquina de aerotermia bastante potente y al tener un gran número de huéspedes los consumos serán elevados. Sin embargo, durante los días que la casa no esté ocupada el consumo residual que tendremos será mínimo, ya que la máquina de la aerotermia estará apagada y apenas tendremos unos 500 W residuales producidos por la nevera, el rack de comunicaciones y la programación de encendido de algunas luces por las noches.

Por todo lo que hemos explicado en este apartado creemos que el disponer de una instalación de autoconsumo para este tipo de usos es muy beneficioso, ya que al final de mes a pesar de tener unos consumos bastante elevados cuando la casa está ocupada estos se nos compensaran con todos los excedentes que vertemos a la red cuando la casa no está ocupada, obteniendo así casi con total seguridad que excepto en los meses donde haya una alta demanda de ocupación tengamos siempre una cuenta de cero con respecto a los consumos.

4.2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

4.2.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Se denomina generador fotovoltaico al conjunto de módulos fotovoltaicos encargados de transformar, sin ningún paso intermedio, la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica en forma de corriente continua.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones **UNE-EN 50380 para módulos fotovoltaicos policristalinos**, así como estar verificados por algún laboratorio reconocido, lo cual se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Para que un módulo resulte aceptable su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo a excepción de la potencia que tendrá un margen de solo $+5\%$.

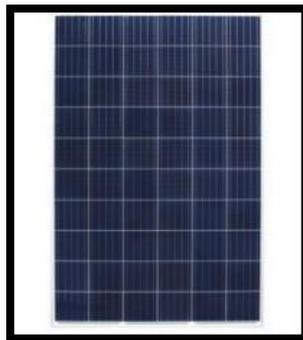
Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos.

Para nuestro proyecto, la instalación fotovoltaica estará formada por un único sector que vierte a un inversor de 6 kW. De esta manera, la instalación estará formada por un total de 20 paneles de tecnología policristalina de 335 Wp, completando así un total de 6700 kWp.

Un factor también que debemos tener en cuenta a la hora de la elección entre un panel u otro, es su precio, ya que con el tiempo las instalaciones fotovoltaicas han ido creciendo y el precio actual del *Wpico* en un panel solar lo podemos encontrar entre 0,25-0,3 €/Wp.

Bien es cierto que actualmente los paneles que más se están instalando son de más potencia (entre 400 y 480 Wp) que los que hemos buscado para nuestra instalación, esto es debido a que los paneles fueron comprados hace un año y por aquel entonces el precio más económico se encontraba en torno a esta potencia.

Ilustración 19: Módulo fotovoltaico policristalino de 335W



4.2.2. ESTRUCTURAS

Debemos de tener en cuenta que el tejado estará recubierto por tejas y que este será de doble ala, es decir, tendremos dos inclinaciones una en cada ala del tejado, aunque nosotros solo instalaremos los paneles solares en una de las dos alas, en concreto la que sea menos visible al público y en la que mejor orientación al sur tenga.

Para conseguir instalaciones solares de calidad y que perduren a lo largo de los años, es necesario que las estructuras que se encargan de soportar los módulos fotovoltaicos estén perfectamente diseñadas y fabricadas.

Esta estructura coplanar ira sujeta a las tejas por medio de grapas intermedias y finales, de manera que cada pieza omega sujetara un máximo de dos paneles. La inclinación y orientación será la tenga en el tejado ya que la estructura estará pegada a este.

Los materiales utilizados para los soportes serán íntegramente de aluminio de alta calidad, a excepción de la tornillería y accesorios que serán de acero inoxidable. Además, la tornillería tendrá sistema autoblocante mecánico y arandela de presión.

La estructura que utilicemos deberá de poder soportar sin ningún tipo de problemas las sobrecargas producidas por el viento y la nieve, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación.



Ilustración 20: Ejemplo de estructura coplanar sobre tejas

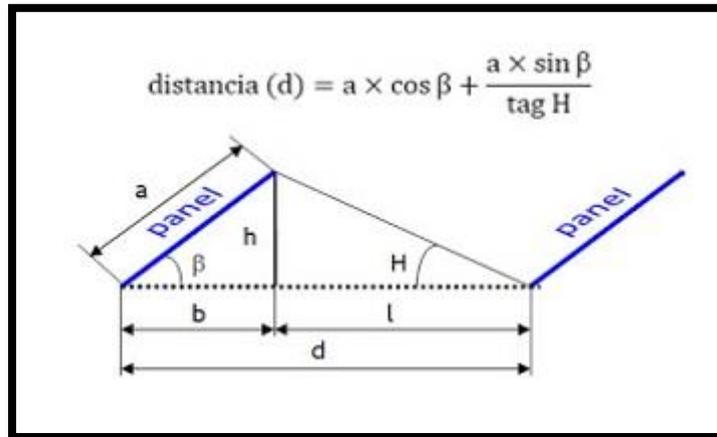
4.2.3. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS

Para nuestra instalación no deberemos de tener en cuenta la distancia mínima entre los módulos, ya que estarán montados sobre una estructura coplanar, por lo que no se producirán sombras entre los módulos.

Si fuera necesario tener en cuenta la separación mínima entre los paneles solares deberíamos de tener en cuenta lo siguiente:

Según el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, la distancia “d”, medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura “h”, que pueda producir sombras sobre la

instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia "d" será superior al valor obtenido por la expresión:



La distancia que se deberá de dejar de separación entre cada fila de módulos dependerá del ángulo de inclinación de éstos, así que cuanto más inclinado esté el panel, deberá de guardarse mayor distancia entre las filas.

4.2.4. INVERSOR

El inversor es el encargado de convertir la corriente continua generada en los módulos solares en corriente alterna sincronizada con la de la red.

El inversor fotovoltaico será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua en baja tensión generada por los módulos fotovoltaicos a corriente alterna en baja tensión a la misma frecuencia de la red general.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado. Y comprende las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (PMP).
Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.
- Características de la señal generada.
La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Se produce también la reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.
- Protecciones.

- a) Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento, pues esto indicaría que la red es inestable o está en modo isla, hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
- b) Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático.
- c) Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento.
- d) Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por lo tanto, el inversor no puede funcionar.
- e) Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
- f) Temperatura elevada. El inversor dispone de refrigeración forzada con termostato proporcional que controla la velocidad de los ventiladores.
- g) El inversor incluye dos interruptor-seccionador-fusible, uno de entrada y otro de salida.
- h) Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Para este proyecto, se van a utilizar un inversor trifásico de 6 kW nominales, de la marca Fronius. Estará colocado en la pared, dentro del cuarto técnico en la planta baja de la vivienda, cerca del Cuadro General de Mando y Protección (C.G.M.P.).



Ilustración 21: Inversor Fronius trifásico de 6 kW

4.2.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

Para el sistema de control y monitorización de la instalación se utiliza el programa facilitado por el fabricante del inversor, el cual informa en tiempo real la producción y los posibles fallos en cada una de las entradas pudiendo detectar caídas de rendimiento.

Se utilizará un equipo datalogger que comunicará el inversor con el router del cliente mediante cable UTP categoría 6.

4.2.6. CABLEADO

En la red de baja tensión existen dos tramos diferenciados los cuales se describen a continuación.

Según el PCT del IDEA la caída máxima de tensión que puede haber en esta parte de la instalación nunca será superior al 1,5% de la tensión nominal del campo solar.

- Tramo de corriente continua:

Tramo en el que se conduce la corriente generada desde el generador fotovoltaico (cadena) hasta las protecciones, fusibles, y de ahí a la entrada del inversor.

Como se ha descrito en el apartado de estructuras, el string estará compuesto por los 20 módulos fotovoltaicos conectados en serie formando así una cadena que conectará directamente a la entrada del inversor.

En todo este tramo, se utilizará cable solar unipolar de cobre de sección $1 \times 4 \text{ mm}^2$ con cubierta XLPE, cuyas características principales son:

- Aplicación: Cable preparado para energía solar con doble aislamiento reticulado por rayos Beta
- Construcción: Conductor hilo fino de cobre estañado, según IEC 60228.
- Aislamiento: Poliolefina Copolímero reticulado por rayos Beta.
- Color: Negro
- Especificaciones técnicas:
 - Tensión nominal: 0,6/1 KV
 - Escala de temperatura. -40°C a +90°C

Radio de curvatura: $> 4 \times$ diámetro exterior.

La longitud será tal que la caída de tensión no superará el 75% de la tensión nominal.

- Tramo de corriente alterna:

Tramo comprendido entre la salida del inversor y la conexión al Cuadro General de Mando y Protección.

En este tramo se agrupa la energía eléctrica de toda la instalación solar, convertida ya a corriente alterna. Esta línea estará formada por una manguera de $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$ Cu del tipo RZ1-k, cuyas principales características son:

- Aplicación: Manguera de 4 cables de cobre para evacuar la energía en corriente alterna
- Construcción: Conductor hilo fino de cobre estañado, según IEC 60228
- Aislamiento: Aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC, según UNE 21123-2
- Color: Manguera de color verde o negro
- Especificaciones técnicas:

Tensión nominal: 0,6 / 1 kV (tensión máxima 0,7/1,2kV)

Escala de temperatura: -40°C a $+ 90^{\circ}\text{C}$

Radio de curvatura: $\geq 4 \times$ diámetro exterior

La longitud será tal que la caída tensión en este tramo se evitará que sobrepase del 0,75 % de la tensión nominal.

4.2.7. PROTECCIONES Y MEDIDA

En el diseño de una instalación fotovoltaica conectada a red ha de garantizarse por un lado la seguridad de las personas, tanto usuarios como operarios de red, y por otro que el normal funcionamiento del sistema no afecte a la operación ni a la integridad de otros equipos conectados a dicha red.

Nuestra instalación cumplirá con lo dictado en el Real Decreto 1.699/2011 (artículo 14) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Se colocará un cuadro eléctrico con tapa de protección IP65, en la misma cara de la pared cerca del inversor y del C.G.M.P., con dimensiones suficientes para alojar todas siguientes protecciones.

La medida de los excedentes a compensar se realizará atendiendo al reglamento de puntos de medida, modificado por el R. D. 1110/2007, de 24 de agosto y a sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC's), se instalarán los equipos de medida que correspondan.

- Parte de corriente continua:

Estará protegida contra contactos directos, de manera que los elementos activos deben ser inaccesibles. Para lograr este objetivo, las conexiones entre módulos se efectuarán con conectores del tipo MC4, y las entradas de los respectivos cables de las cadenas al cuadro de

protecciones irán directamente a las borneras de sus respectivos portafusibles, y su salida será igualmente de las borneras hacia la entrada del inversor mediante conector MC4.

Se colocarán fusibles, que son elementos de corte cuya función principal es la de aislar las cadenas de los módulos evitando corrientes inversas entre ellos, facilitando labores de mantenimiento y asilamiento de partes defectuosas. En este caso, el inversor tiene las protecciones del lado de continua internamente, disponiendo de un interruptor de corte a mano para anular la generación del campo solar.

- Parte de corriente alterna:

Se instalarán en el cuadro eléctrico de fotovoltaica un interruptor automático tetrapolar de rearme manual junto a un diferencial super inmunizado, cuya intensidad de cortocircuito es superior a la indicada por la compañía eléctrica distribuidora en el punto de conexión.

En paralelo a estos se debería colocar un descargador de sobretensiones tetrapolar de 400(V) con capacidad máxima de descarga de 20kA, pero al llevarlo incorporado el inversor no precisa de su instalación.

En el Cuadro General de la instalación también se instalará un interruptor automático tetrapolar de rearme manual, el cual será etiquetado como "Subcuadro Fotovoltaica"

(Ver detalle en esquema unifilar)

Estos interruptores serán accesibles para realizar el mantenimiento de la instalación de autoconsumo, de esa manera podremos realizar una desconexión manual.

- Puesta a tierra de la instalación:

Tanto los módulos solares como la estructura que los sostiene estarán conectados entre sí en la parte metálica mediante un conductor de tierra para así asegurar la protección contra contactos indirectos.

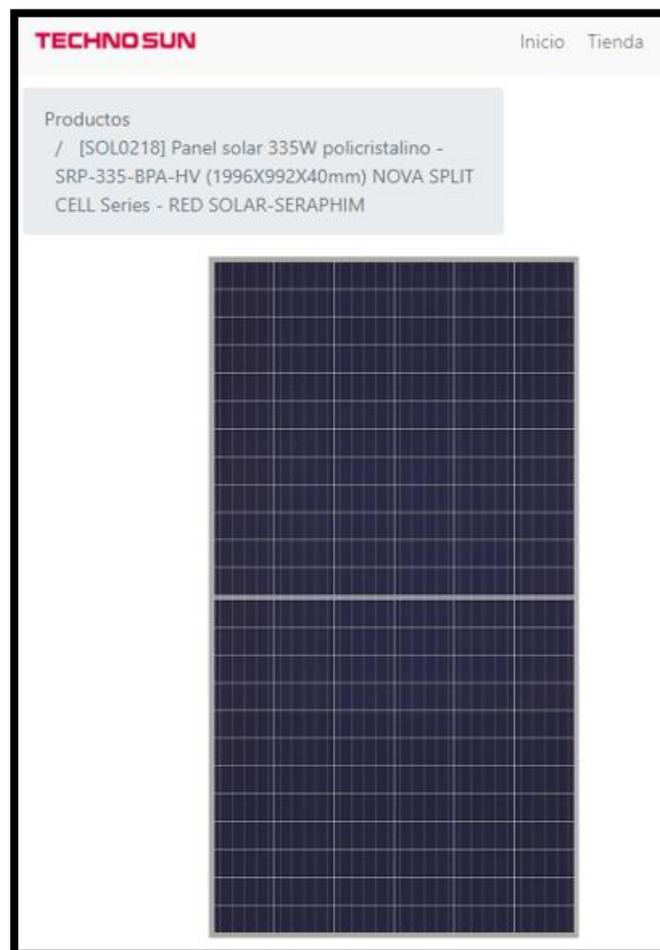
De esta forma todas las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

4.3. CÁLCULOS

4.3.1. CARACTERÍSTICAS MÓDULO FOTOVOLTAICO

Potencia del módulo (Wp)	335
Número de paneles a instalar	20
Potencia instalada (Wp)	6700
Tipo de células	Policristalina
Tensión máxima (Vmax):	38,5
Tensión en circuito abierto (Voc)	46,2
Intensidad máxima (Imp)	8,71
Intensidad de cortocircuito (Isc)	9,19
Tolerancia (%)	+4,99%
Coefficiente de temperatura para Voc	-0,30% / °C
Coefficiente de temperatura para Isc	0,05% / °C
Coefficiente de temperatura para para Pmax	-0,39% / °C

Tabla 13: Tabla resumen de los módulos fotovoltaicos



4.3.2. CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR



Potencia máxima CA (W)	6000
Máxima salida del generador (W)	9000
Rango tensión CC max (V)	800
Rango tensión CC min (V)	228
Tensión máxima (V)	1000
Intensidad máxima (Imax) (A)	16
Intensidad máxima (ctto) (A)	24
Corriente de salida AC (A)	8,7
Rango de frecuencia (Hz)	50-60

Tabla 14: Características del inversor

Vamos a determinar con estos datos junto con los de las placas la configuración adecuada para nuestra instalación de autoconsumo.

- Lo primero será calcular el número de placas que admite el inversor:

$$N^{\circ}placas = \frac{Potencia_{entrada}}{Potencia_{placa}} = \frac{9000}{335} = 26,86 \text{ placas}$$

En el caso de los inversores siempre nos pide una potencia de entrada mayor a la de salida entorno de un 20%. En este modelo encontramos que la potencia máxima de entrada que admite del generador es de 9000 W. Nosotros vamos a instalar 20 placas sumando un total de 6700 W.

Como vemos tenemos margen para aumentar el número de módulos sin tener que cambiar el inversor elegido, obteniendo así un mejor rendimiento de la instalación.

- Lo siguiente será comprobar cuantas placas podemos poner en serie sin superar la tensión máxima que nos dice el inversor que puede soportar, que son 800 W.

$$N^{\circ}placas \text{ serie} = \frac{Tension_{max-inv}}{Tension_{max-placa}} = \frac{800}{38,5} = 20,77 \text{ placas}$$

La primera restricción quiere decir que el número máximo de placas fotovoltaicas a conectar en serie como máximo será de 20.

Ahora vamos a calcular la segunda restricción, esta consiste en la relación entre la tensión máxima de entrada del inversor y la tensión en circuito abierto de la placa fotovoltaica:

$$N^{\circ}placas \text{ serie} = \frac{Tension_{max-inv}}{Tension_{max-placa}} = \frac{1000}{46,2} = 21,64 \text{ placas}$$

Como vamos a instalar un total de 20 módulos fotovoltaicos solo necesitaremos un string de placas, ya que no superamos la máxima tensión de entrada que recomienda el fabricante.

Bien es cierto que estamos bastantes próximos al valor máximo, pero esto solo se alcanzaría en momentos muy puntuales y en las mejores condiciones posibles, lo que es muy difícil.

Como bien dicen las características de este inversor tenemos dos entradas MPPT de 18 A cada una, nosotros solo utilizaremos una de estas dos entradas, poniendo todos nuestros módulos en serie, obteniendo así la siguiente tensión de entrada:

$$\text{Tensión entrada} = N^{\circ}\text{placas serie} * \text{Tensión placa} = 20 * 38,5 = 770V < 800V$$

En resumen, queda:

Tipo	
Potencia nominal	6 kW
Potencia pico	6,7 kW
Nº módulos/string (String)	20
Nº String /inversor Inversor	1

Tabla 15. Tabla resumen Instalación

4.3.3. CALCULO DE LÍNEAS

Dentro de este apartado diferenciaremos entre la parte de corriente continua, previa al inversor, y la de corriente alterna, posterior al inversor.

La sección mínima de cada tramo dependerá de la intensidad que circulará por él (es decir, la carga que soporta), y para hallar la intensidad que circula por un circuito eléctrico se emplea la siguiente expresión:

$$I = \frac{P_{\max}}{V_F}$$

I: Intensidad nominal o de diseño A.

P: Potencia de cálculo activa en W.

V: Tensión entre fase y neutro V.

En el cálculo por caída de tensión se emplea el método de los momentos eléctricos; al aplicarlo, se toma como valor máximo permitido para la caída de tensión de 3%.

Para cada tramo, a modo de premisa de diseño, se considera una caída de tensión particular, estableciendo la siguiente limitación:

- **Tramo c.c.: Máx c.d.t. = 1,5%**

Según el Pliego de Condiciones Técnica de Instalaciones Conectadas a Red “Las caídas en el cableado pueden ser muy importantes cuando son largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5 %, siendo recomendable no superar el 0,5 %.”

- **Tramo c.a.: Máx. c.d.t. = 1,5%.**
- **Cálculo de conductores en corriente continua:**

Para el cálculo de las secciones por calentamiento, es preciso hallar la intensidad de corriente que circula por el circuito y obtener la intensidad de cálculo; con dicho valor, se establece la sección adecuada a partir de las tablas correspondientes de la ITC-BT-19 corregida, si fuera necesario, por los factores correspondientes.

Para el cálculo se emplea la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\varepsilon \cdot \sigma}$$

I: Intensidad nominal o de diseño en A.

L: Longitud del tramo considerado.

Cos φ : Factor de potencia.

e: Caída de tensión (V).

σ : Conductividad del conductor. $\sigma_{Cu}=51,24 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$

Hay que destacar que, por criterios de diseño, se considera que la **sección de cable para el tramo de c.c. será de 4 mm²**, por lo que deberemos controlar la longitud máxima de cada línea, con el fin de no sobrepasar la c.d.t. establecida. Así pues, la longitud máxima será:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\varepsilon \cdot \sigma} \rightarrow L \leq \frac{S \cdot e \cdot \sigma}{2 \cdot I \cdot \cos \varphi} = 67,95 \text{ metros}$$

Con esto, determinamos que la longitud máxima de la línea que une cada string con su fusible en la caja de conexión no debe sobrepasar de **67,95 metros**, ya que consideramos un 1 metro entre la caja de protecciones y la entrada al inversor. De esta manera, debemos diseñar las instalaciones fotovoltaicas en un punto estratégico, donde la longitud de la cadena no sobrepase la distancia anteriormente calculada y quede lo más próximo al inversor para reducir la c.d.t. en el siguiente tramo.

DATOS TÉCNICOS							
NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE: T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	4,5	31	13,3	24	30	30,48
1 x 2,5	2,4	5	43	7,98	34	41	18,31
1 x 4	3	5,6	59	4,95	46	55	11,45
1 x 6	3,9	6,2	79	3,30	59	70	7,75
1 x 10	5,1	7,2	122	1,91	82	98	4,60
1 x 16	6,3	8,6	182	1,21	110	132	2,89
1 x 25	7,8	10,1	274	0,780	146	176	1,83
1 x 35	9,2	11,3	374	0,554	182	218	1,32
1 x 50	11	12,8	508	0,386	220	276	0,98
1 x 70	13,1	15,6	709	0,272	282	347	0,68
1 x 95	15,1	16,4	900	0,206	343	416	0,48
1 x 120	17	18,6	1153	0,161	397	488	0,39
1 x 150	19	20,4	1452	0,129	458	566	0,31
1 x 185	21	22,4	1713	0,106	523	644	0,25
1 x 240	24	24,0	2245	0,0801	617	775	0,20

Tabla 16: Tabla intensidades máximas para conductores de corriente continua

En concreto para esta instalación se utilizará el cable de la P-SUN CPRO 2.0 ZZ-F Eca 1.8kVdc, cuyas características técnicas se pueden en el siguiente extracto de la hoja de características:

Como se puede apreciar la corriente máxima soportada por el cable será:

$$I_{\max_4\text{mm}^2} = 46 \text{ (A)} > 8,71 \text{ (A)}$$

Y admite claramente la corriente máxima de una cadena de módulos.

Respecto a la aplicación de algún tipo de coeficiente de reducción por agrupamiento, conviene recordar lo que dice la norma UNE 60364-5-52:

“Si, debido a las condiciones de funcionamiento conocidas, se espera que un cable o conductor aislado transporte una corriente no superior al 30% de la corriente asignada de su grupo, este cable o conductor aislado puede ignorarse en la obtención del factor de reducción del resto del grupo.”

- Cálculo de conductores en corriente alterna:

Dado que la salida del inversor es en corriente trifásica, para el cálculo de la intensidad se emplea la siguiente expresión:

$$I = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3} \cdot V_F \cdot \cos\varphi} = \frac{6000}{\sqrt{3} * 400 * 1} = 8,66 \text{ A}$$

Aunque en nuestro caso sabemos que en la ficha técnica de nuestro inversor Fronius Symo 6.0-3-M encontramos que la máxima corriente de salida será de 8,7 A por lo que cogeremos ese valor de referencia.

Para obtener la sección de cable por el criterio de la caída de tensión, usamos la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\varepsilon \cdot \sigma}$$

Teniendo en cuenta que la distancia del inversor al C.G.M.P. es de unos 2 metros, que la tensión nominal de salida en trifásica es de 400(V) y que la corriente máxima de salida del inversor es de 8,7 A, nos valdrá la sección de cualquier cable ya que nos da una sección ridícula:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{S \cdot \sigma} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 8,7}{0.015 * 51.24} \cdot \frac{100}{2.5} = 0,53$$

Como vemos el valor obtenido es muy pequeño, a pesar de ello escogeremos un conductor de sección 2,5 mm².

4.3.4. CÁLCULO DE PROTECCIONES

- Protecciones parte de corriente de continua:

Las protecciones en el lado de continua de la instalación constarán de los fusibles de protección para los distintos tramos de cables. Al mismo tiempo hará las veces de seccionador en todas las labores de mantenimiento necesarias y eviten corrientes inversas excesivas desde otras ramas en caso de sombreados.

Para que su calibre sea correcto ha de cumplir dos condicionantes.

- Condición primera:

Considerando que la I_{mpp} del módulo utilizado es de 8,71 (A), y como hemos demostrado en el apartado anterior, la corriente máxima soportada por el cable utilizado en estas condiciones es de 46 (A) decimos que:

$$I_{mpp} < I_{n\text{fusible}} < I_z$$

$$8,71 \text{ (A)} < I_{n\text{fusible}} < 46 \text{ (A)}$$

Donde:

I_{mpp} : Corriente de diseño del circuito correspondiente

I_n : Corriente nominal del fusible.

I_f : Corriente máxima admisible del conductor protegido.

Concluimos que el fusible a instalar será de un calibre de 16, 20, 25, 32, 40, 50 (A)

- Condición segunda

La tensión a soportar por el fusible viene marcada por la expresión:

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

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando, durante el tiempo convencional se mantiene la corriente convencional de fusión.

Donde,

I_f : corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección Se obtiene de la Tabla II:

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

Tabla II

I_z : corriente máxima admisible del conductor protegido y se obtiene con la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460 -5-523:2004)

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

$$1,9 \times 16 \leq 1,45 \times 46$$

$$1,9 \times 20 \leq 1,45 \times 46$$

Esta segunda condición se cumpliría incluso instalando un fusible de 40 (A), pero al cumplirlo calibres menores no tiene sentido su sobredimensionado.

Por lo tanto, **el fusible a instalar en cada entrada de las cajas de conexión será de 16 (A) y 1.100 (V)**, del tipo gG/gL.

Hay que mencionar que el modelo de inversor a instalar ya viene con las protecciones del lado de corriente continua integrado en el equipo, pero indistintamente este el calibre a utilizarse.

- **Protecciones parte de corriente alterna:**

En esta parte de la instalación se instalarán dos equipos de protección:

- 1) Un interruptor automático, cuya misión es la protección frente a sobrecargas, mediante corte térmico, y cortocircuitos, mediante corte magnético.
- 2) Interruptor diferencial, que se encarga de la protección a las personas contra contactos directos e indirectos. Este será del tipo A, superinmunizado, para asumir las posibles corrientes de fuga pulsantes sin que llegue a saltar.

No se contempla la instalación de descargadores de sobretensiones ya que el propio equipo inversor lo lleva incorporado.

Como hemos calculado anteriormente, y la hoja de características del fabricante del inversor así lo atestigua, la corriente máxima de salida del inversor es de 8,7 (A) y la corriente máxima admisible del cable multiconductor tetrapolar de 2,5 mm² de sección de cobre con aislamiento XLP es de 22 (A) se cumple la siguiente condición:

$$I_{\max} < I_n < I_z$$

$$8,7 \text{ (A)} < I_{\text{protección}} < 22 \text{ (A)}$$

Donde:

I_{max} : Corriente de diseño del circuito correspondiente

$I_{\text{protección}}$: Corriente nominal del fusible.

I_n : Corriente máxima admisible del conductor protegido

Concluimos que el interruptor automático general a instalar será tetrapolar de **16 (A)** de calibre, con poder de corte igual o mayor del interruptor general del C.G.M.P.

Para la elección del interruptor diferencial tetrapolar se opta por uno de calibre **25(A)**, y con una sensibilidad de **30 mA**.

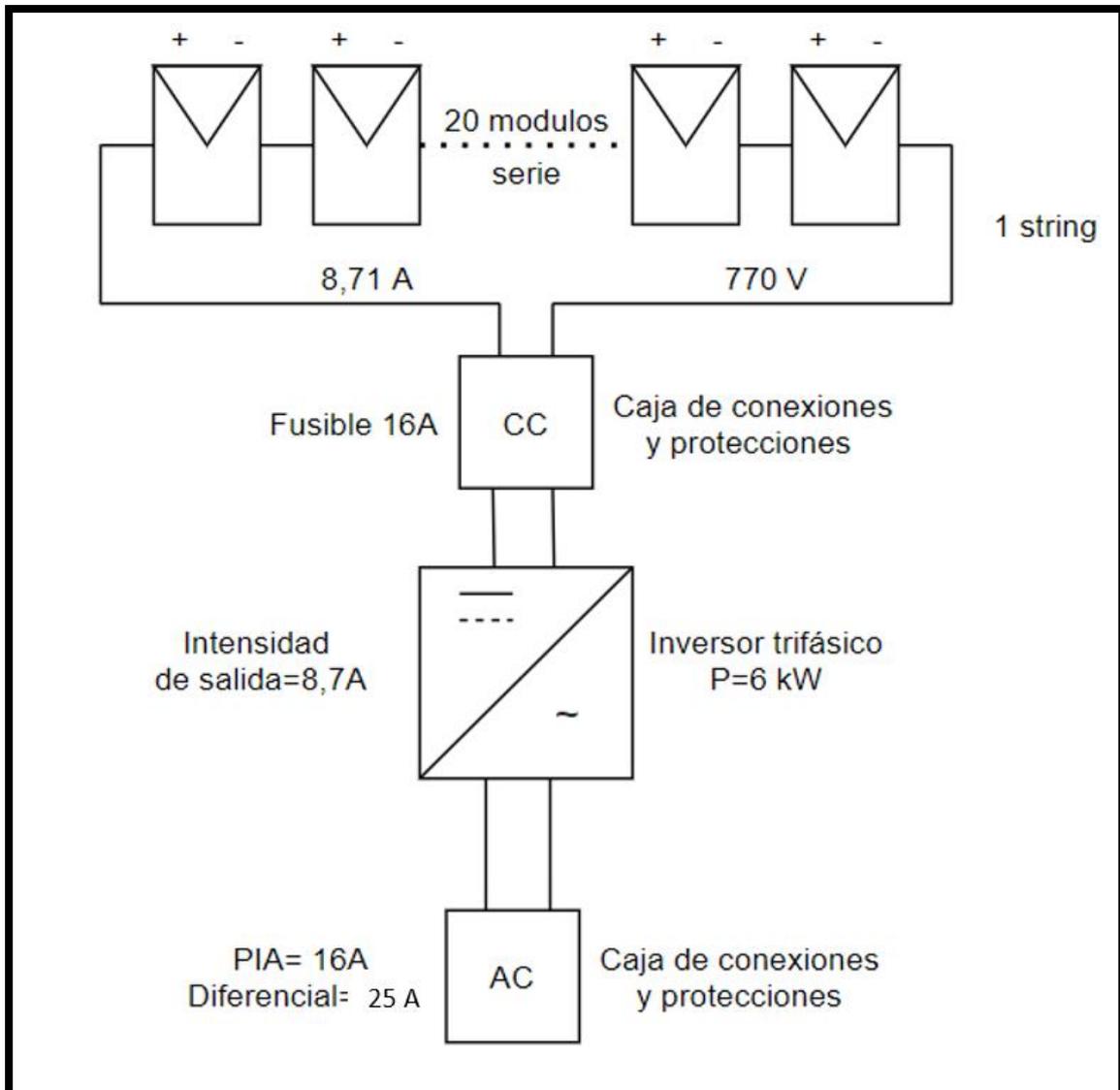


Ilustración 22: Esquema de la conexión del sistema de autoconsumo

4.3.5. AYUDAS Y SUBVENCIONES

Con respecto a las subvenciones a las que nuestro proyecto se puede acoger son más bien escasas. Esto es debido a que la casa es propiedad de una empresa y no de un particular o de un autónomo, por eso la cantidad de ayudas a las que podemos acogernos se reduce bastante.

- **Bonificación sobre el IBI o el ICIO**

Encontramos que sí que hay ciertos incentivos económicos que los diferentes ayuntamientos recogen en sus normativas municipales para apoyar a los sistemas de autoconsumo a la que si se podría optar.

Dichos incentivos se basan, fundamentalmente, en las bonificaciones existentes en la imposición de carácter local, tales como el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) y el Impuesto sobre Instalaciones, Construcciones y Obras (ICIO).

Como estos incentivos dependen del ayuntamiento donde este la instalación, nos encontramos con el problema de que en el municipio de Estubeny no se aplican ninguno de estos incentivos, por lo que a pesar de ser un pueblo de apenas 100 habitantes y de haber hablado con el ayuntamiento para ver si se pudiera optar a estas bonificaciones no se ha podido hacer nada al respecto. En resumen, no se ha encontrado ningún tipo de subvención para nuestra instalación.

- **Deducciones fiscales en el IRPF**

Según el IVACE (Instituto valenciano de competitividad empresarial) existen un cierto número de ayudas destinadas a la energía, que sería el ámbito donde entra nuestra instalación de autoconsumo, aunque debido a que nuestra instalación es propiedad de una empresa y no de un particular, este número de ayudas se reducen, como es el caso de las deducciones fiscales en el IRPF para autónomos y energías renovables, a la que nuestra instalación no puede optar y nos supondría un ahorro de entre un 40 y un 20 % en el IRPF.

- **Ayudas destinadas al fomento de instalaciones de autoconsumo para empresas.**

Esta ayuda es de las pocas por no decir la única a la que nuestra instalación podría beneficiarse.

Como dice el IVACE esta ayuda sí que se ajusta a la instalación en la que estamos trabajando (autoconsumo con compensación de excedentes) “Proyectos de instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica a partir de energías renovables o energías residuales, en cualquiera de las modalidades previstas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, y en concreto las previstas en el artículo 4 del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

A los efectos de determinación de la potencia de las instalaciones se estará a lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 244/2019”

Las ayudas que se establecen en la resolución tendrán la consideración de subvención, y tendrán una intensidad de hasta el 45% del coste subvencionable del proyecto como explica en el IVACE.

El problema de esta subvención es que el plazo máximo para solicitarla ya ha expirado, por lo que a no ser que aparezca una nueva subvención de características similares, nuestra instalación no podrá acogerse a ninguna ayuda.

4.3.6. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Para poder calcular el tiempo que se va a tardar en recuperar la inversión es necesario conocer los consumos que se van a dar de forma aproximada en la instalación y la energía que vamos a producir mediante nuestro sistema de generación, es decir, con nuestras placas solares.

El problema que tenemos en nuestro proyecto es que la instalación que estamos estudiando es de nueva construcción y nunca se había empleado para el uso que se le va a dar ahora (casa rural), por lo que dado que lleva apenas dos meses en funcionamiento solo disponemos de una factura eléctrica, la del mes de julio. Con estos datos nos va a ser muy difícil calcular el tiempo de que tardaremos en recuperar la inversión.

Teniendo en cuenta todo esto vamos a intentar aproximar nuestros cálculos a la factura que tenemos y a la proyección de futuro que se cree que va a tener la casa rural.

- Consumos de la instalación:

Como hemos nombrado ya antes solo tenemos los consumos del mes de Julio donde la Casa rural ya entro en funcionamiento y tuvo cierta cantidad de reservas, lo que nos puede dar una proyección de futuro para saber por dónde irán los consumos según la ocupación.

Como vemos en la siguiente foto del planning del mes de Julio la casa habrá estado ocupada 15 días, en donde seguramente el número de receptores conectados y el consumo del aire acondicionado haya sido elevado. El resto de los días también hubo cierto consumo concretamente en este mes, ya que se estuvo probando la máquina de aerotermia y solventando ciertos problemas con las bombas de circulación del agua.



Ilustración 1: Planning mensual ocupación de la Casa rural

El consumo registrado en la factura de la luz comprendida en el periodo del 30/06/2021 al 31/07/2021 será el siguiente:

Datos Factura		LA CABRENTA RURAL SL			
Fecha de Factura:	17/08/2021	San Antonio 11			
Periodo Facturación:	30/06/2021 - 31/07/2021 (31 días)	46817 ESTUBENY (VALENCIA)			
Factura Nº:	2021081708895				
Nº de Contrato:	CO-2020-023638_1.4				
Fecha fin del contrato de suministro:09/04/2022. (renovación anual automática)					
Facturación de electricidad					
Término energía variable					Importe Total
Precio Peaje	Precios Cargos	Precio Coste Energía	Precio Total	Consumo	Total
P1: 0,018489 €/kWh +	0,058947 €/kWh +	0,075997 €/kWh =	0,153433 €/kWh x	171,00 kWh =	26,24 €
P2: 0,015664 €/kWh +	0,043646 €/kWh +	0,074582 €/kWh =	0,133892 €/kWh x	119,00 kWh =	15,93 €
P3: 0,008523 €/kWh +	0,023579 €/kWh +	0,073686 €/kWh =	0,105788 €/kWh x	0,00 kWh =	0,00 €
P4: 0,005624 €/kWh +	0,011789 €/kWh +	0,073383 €/kWh =	0,090796 €/kWh x	0,00 kWh =	0,00 €
P5: 0,000340 €/kWh +	0,007557 €/kWh +	0,071509 €/kWh =	0,079406 €/kWh x	0,00 kWh =	0,00 €
P6: 0,000340 €/kWh +	0,004716 €/kWh +	0,068624 €/kWh =	0,073680 €/kWh x	324,00 kWh =	23,87 €
Término de potencia					Total
Precio Peaje	Precios Cargos	Precio Potencia Fenie	Precio Total	Potencia Contratada	Total
P1: 0,029170 €/kW día +	0,024521 €/kW día +	0 €/kW día =	0,053691 €/kW día x	5,000 kW x 31 días =	8,32 €
P2: 0,025488 €/kW día +	0,012271 €/kW día +	0 €/kW día =	0,037759 €/kW día x	5,000 kW x 31 días =	5,85 €
P3: 0,010278 €/kW día +	0,008915 €/kW día +	0 €/kW día =	0,019193 €/kW día x	5,000 kW x 31 días =	2,97 €
P4: 0,007814 €/kW día +	0,008915 €/kW día +	0 €/kW día =	0,016729 €/kW día x	5,000 kW x 31 días =	2,59 €
P5: 0,003138 €/kW día +	0,008915 €/kW día +	0 €/kW día =	0,012053 €/kW día x	5,000 kW x 31 días =	1,87 €
P6: 0,003138 €/kW día +	0,004087 €/kW día +	0 €/kW día =	0,007225 €/kW día x	16,000 kW x 31 días =	3,58 €
Excesos de Potencia					Total
P1:	Exceso		Precio		Total
P1:	2,60	x	1,453280	=	3,78 €
P2:	0,20	x	1,453280	=	0,29 €
P3:	0,00	x	1,453280	=	0,00 €
P4:	0,00	x	1,453280	=	0,00 €
P5:	0,00	x	1,453280	=	0,00 €
P6:	0,00	x	1,453280	=	0,00 €

Ilustración 24: Captura de la factura eléctrica real para el mes de julio

Como hemos explicado en apartados anteriores el nuevo método de facturación consta de seis tramos en donde cada uno de ellos tendrá un precio por la energía consumida diferente.

- En esta factura podemos apreciar que en el primer tramo (P1) se han consumido 171 kWh con un precio de 0,154 €/kWh. Debido a que estamos en el mes de julio se considera que estamos en temporada alta de facturación y el tramo P1 se corresponde con los tramos horarios de 09:00 a 14:00 y de 18:00 a 22:00.
- En el segundo tramo (P2) se ha tenido un consumo de 119 kWh con un precio de 0,133 €/kWh. Este periodo se corresponde a que estando en temporada alta como es julio se ha estado consumiendo en el horario de 08:00 a 09:00, de 14:00 a 18:00 y de 22:00 a 00:00.
- Los periodos de facturación P3, P4 y P5 no tenemos registro de consumo debido a que al tratarse de un mes de temporada alta estos periodos no registran consumos, ya que están destinados a otras temporadas como son la medio-alta, la media y la baja.
- Por último, tenemos el tramo P6, el cual es el tramo más barato, pagando la energía a 0,073 €/kWh y se ha producido un consumo de 324 kWh. Este tramo de facturación corresponde a sábados, festivos y domingos y a un horario en días laborables de 00:00 a 08:00.

Resumiendo, en el mes de Julio se ha producido un consumo de **614 kWh**.

Como anotación podemos decir que se han producido excesos de potencia en los tramos P1 y P2. Esto significa que el termino de potencia que se ha contratado para estos dos tramos es un poco inferior a la que realmente se necesita.

Al tratarse de un suministro trifásico no nos quedaremos nunca sin suministro, aunque la potencia que necesitemos sea más elevada del que tenemos contratado, lo que sucede en tal caso es que por este exceso de potencia seremos penalizados y tendremos que pagar un extra.

Todo esto nos refleja que los cálculos que hemos realizado en la memoria de la instalación eléctrica están bien, ya que si se hubiera contratado una potencia de 7,5 KW no habiéramos tenido estos excesos.

- **Producción de la instalación:**

La producción de nuestra instalación variara según en el mes que nos encontremos, teniendo diferencias bastantes altas según en el mes. Por ejemplo, en el mes de enero nuestra instalación producirá aproximadamente la mitad que en el mes de junio.

Debido a esto, para obtener realmente cual será el ahorro de energía que se conseguirá con la instalación de autoconsumo deberemos de comparar la producción de cada mes con el consumo que se ha tenido en este. Como solo tenemos los consumos del mes de julio esto nos será bastante difícil, aunque lo que haremos será estimar los consumos de los demás meses según la previsión de ocupación de la Casa rural.

ENERGIA PRODUCIDA	
HORA	JULIO
0:45	0
1:45	0
2:45	0
3:45	0
4:45	0
5:45	0
6:45	642,798
7:45	1818,514
8:45	3065,652
9:45	4142,476
10:45	4928,118
11:45	5345,662
12:45	5384,12
13:45	5048,986
14:45	4378,718
15:45	3439,244
16:45	2329,456
17:45	1203,186
18:45	483,472
19:45	225,254
20:45	0
21:45	0
22:45	0
23:45	0
TOTAL (W)	42435,656

Como vemos en el fragmento de tabla, en el mes de julio nuestra instalación producirá 42,43 kW diarios. La producción no será lineal si no que empezaremos a producir energía entorno a las 7 de la mañana y dejaremos de producir energía sobre las 8 de la tarde.

- Comparación del consumo con la producción de la instalación:

Una vez que tenemos claro de donde sacaremos los valores del consumo y la producción de la instalación deberemos de compararlos para así poder determinar cuanta de la energía que se está consumiendo en la Casa rural se estará compensando con la energía que obtenemos de nuestra instalación solar y cuanta de esa energía producida estaremos vertiendo a la red y que ahorro nos supondrá todo esto.

Para poder realizar una comparación lo más cercana a la realidad posible y teniendo en cuenta que no tenemos ningún dato de los consumos previsibles que puede tener la Casa rural vamos a realizar dos supuestos de consumos, uno cuando la Casa rural este ocupada y otro cuando la casa no esté ocupada, por lo que dependiendo del mes en el que estemos y según la ocupación que se estime para ese mes nos saldrá un consumo u otro.

MES	OCUPACIÓN (días)
Enero	10
Febrero	10
Marzo	10
Abril	15
Mayo	10
Junio	15
Julio	15
Agosto	25
Septiembre	10
Octubre	10
Noviembre	10
Diciembre	15

Tabla 17: Estimación de la ocupación mensual de la Casa rural.

Por lo que teniendo en cuenta esta estimación de los días que va a estar ocupada la Casa rural, atendiendo a festivos, puentes y meses más favorables para el turismo, podemos calcular a grandes rasgos los consumos que tendremos en cada mes y compararlo así con la producción de energía.

A continuación, vamos a exponer el ejemplo del mes de julio, del cual sí que tenemos datos reales y es el mes que nos servirá de referencia para el resto de los meses. En este mes tenemos que la casa ha estado ocupada 15 días y que el consumo a lo largo de todo el mes ha sido de 614 kWh, por lo que teniendo en cuenta lo que producirá nuestra instalación podemos ver cuanta energía habremos ahorrado y cuantas se habrá vertido a la red.

JULIO (casa ocupada)			
Hora	Energía producida	Energía Consumida	Energía Ahorrada
0:45	0,00	2.059,00	-2.059,00
1:45	0,00	1.907,00	-1.907,00
2:45	0,00	987,00	-987,00
3:45	0,00	565,00	-565,00
4:45	0,00	515,00	-515,00
5:45	0,00	593,00	-593,00
6:45	642,80	1.263,00	-620,20
7:45	1.818,51	863,00	955,51
8:45	3.065,65	1.963,00	1.102,65
9:45	4.142,48	2.149,00	1.993,48
10:45	4.928,12	2.149,00	2.779,12
11:45	5.345,66	1.809,00	3.536,66
12:45	5.384,12	715,00	4.669,12
13:45	5.048,99	1.485,00	3.563,99
14:45	4.378,72	1.235,00	3.143,72
15:45	3.439,24	1.335,00	2.104,24
16:45	2.329,46	1.763,00	566,46
17:45	1.203,19	1.263,00	-59,81
18:45	483,47	1.613,00	-1.129,53
19:45	225,25	1.445,00	-1.219,75
20:45	0,00	1.589,00	-1.589,00
21:45	0,00	2.859,00	-2.859,00
22:45	0,00	2.659,00	-2.659,00
23:45	0,00	1.659,00	-1.659,00
TOTAL (W)	678.970,50	546.630,00	5.993,66

Tabla 18: Tabla comparativa energía consumida y energía producida

Como vemos en esta tabla hemos comparado el consumo y la producción de la instalación en cada momento, para saber cuándo se estará vertiendo a la red y cuanto se estará consumiendo de esta. En la columna de energía ahorra los números que están en negativo significa que estamos consumiendo de la red y los números en positivo que estamos inyectando energía a esta, al tener que el resultado final está en valor positivo podemos entender que en ese mes se ha estado vertiendo más energía a la red de la que se ha estado consumiendo.

JULIO (casa no ocupada)			
Hora	Energía producida	Energía Consumida	Energía Ahorrada
0:45	0,00	470,00	-470,00
1:45	0,00	470,00	-470,00
2:45	0,00	470,00	-470,00
3:45	0,00	370,00	-370,00
4:45	0,00	370,00	-370,00
5:45	0,00	370,00	-370,00
6:45	642,80	370,00	272,80
7:45	1.818,51	370,00	1.448,51
8:45	3.065,65	370,00	2.695,65
9:45	4.142,48	370,00	3.772,48
10:45	4.928,12	370,00	4.558,12
11:45	5.345,66	370,00	4.975,66
12:45	5.384,12	370,00	5.014,12
13:45	5.048,99	370,00	4.678,99
14:45	4.378,72	370,00	4.008,72
15:45	3.439,24	370,00	3.069,24
16:45	2.329,46	370,00	1.959,46
17:45	1.203,19	370,00	833,19
18:45	483,47	370,00	113,47
19:45	225,25	370,00	-144,75
20:45	0,00	370,00	-370,00
21:45	0,00	470,00	-470,00
22:45	0,00	470,00	-470,00
23:45	0,00	470,00	-470,00
TOTAL (W)	678.970,50	151.680,00	32.955,66

Tabla 19: Tabla comparativa energía consumida y energía producida

Como vemos cuando la casa no está ocupada el consumo que tenemos es muy inferior a cuando la casa está ocupada, esto es debido a que no estará funcionando casi ningún receptor por lo que tendremos un consumo residual de unos 400 W.

Estas tablas comparativas deberemos de hacerlas para cada uno de los meses para así finalmente sacar una tabla comparativa que nos muestre la energía que estamos consumiendo, la energía que estamos ahorrando con la producción de nuestras placas solares y la energía que estaremos vendiendo a la red.

Días donde la Casa rural está ocupada						
Mes	Energía ahorrada	Energía comprada	Energía excedentes	Dinero ahorrado	Dinero pagado	Dinero compensado
Enero	121,19	243,23	121,54	13,33	26,76	7,29
Febrero	145,76	223,46	166,53	16,03	24,58	9,99
Marzo	155,64	208,78	208,61	17,12	22,97	12,52
Abril	250,04	296,59	368,70	27,50	32,63	22,12
Mayo	177,35	187,07	253,54	19,51	20,58	15,21
Junio	273,28	273,35	371,91	30,06	30,07	22,31
Julio	270,31	276,32	366,22	29,73	30,40	21,97
Agosto	427,31	483,74	573,84	47,00	53,21	34,43
Septiembre	159,12	205,30	204,64	17,50	22,58	12,28
Octubre	142,63	221,79	278,29	15,69	24,40	16,70
Noviembre	202,41	344,22	1.452,96	22,26	37,86	87,18
Diciembre	168,92	377,71	157,42	18,58	41,55	9,45

Días donde la Casa rural no está ocupada						
Mes	Energía ahorrada (kWh)	Energía comprada	Energía excedentes	Dinero ahorrado	Dinero pagado	Dinero compensado
Enero	67,58	131,50	442,14	7,43	14,46	26,53
Febrero	64,19	106,45	489,31	7,06	11,71	29,36
Marzo	84,74	114,34	680,19	9,32	12,58	40,81
Abril	67,07	75,13	551,67	7,38	8,26	33,10
Mayo	103,89	95,19	800,98	11,43	10,47	48,06
Junio	76,44	65,76	568,75	8,41	7,23	34,13
Julio	80,56	71,12	598,41	8,86	7,82	35,90
Agosto	28,16	9,57	212,12	3,10	1,05	12,73
Septiembre	84,59	105,01	642,93	9,30	11,55	38,58
Octubre	77,66	121,42	601,55	8,54	13,36	36,09
Noviembre	66,60	123,00	463,13	7,33	13,53	27,79
Diciembre	53,51	104,09	300,51	5,89	11,45	18,03

RESULTADO FINAL					
Mes	ENERGIA SIN	PAGAR CON PLACAS	COMPENSADO	PAGAR CON	PAGAR SIN
Enero	563.500,00	41,22	33,82	7,40	61,99
Febrero	535.060,00	36,29	39,35	0,00	58,86
Marzo	563.500,00	35,54	53,33	0,00	61,99
Abril	688.830,00	40,89	55,22	0,00	75,77
Mayo	563.500,00	31,05	63,27	0,00	61,99
Junio	688.830,00	37,30	56,44	0,00	75,77
Julio	698.310,00	38,22	57,88	0,00	76,81
Agosto	967.930,00	54,27	47,16	7,11	106,47
Septiembre	554.020,00	34,13	50,85	0,00	60,94
Octubre	563.500,00	37,75	52,79	0,00	61,99
Noviembre	554.020,00	51,39	114,97	0,00	60,94
Diciembre	698.310,00	53,00	27,48	25,52	76,81
TOTAL (€)				40,03	840,32

Mediante la elaboración de estas tablas podemos resumir lo más importante de una instalación de autoconsumo, es decir, valorar cuanto estaremos ahorrando al cabo del mes y del año, ya que con las tablas hemos recogido la energía que estaremos consumiendo de la red y por tanto pagando a la compañía eléctrica, la cantidad de energía que estaremos consumiendo directamente de las placas solares, es decir, que estaremos dejando de consumir de la red y por tanto ahorrando, por último podemos ver la energía que estaremos vertiendo a la red y que se nos estará compensando en la factura de la luz.

Como observaciones podemos decir que el precio medio que hemos puesto de compra de la electricidad será de 11 céntimos, esto es debido a que la mayor parte del consumo se produce en los fines de semana y festivos donde el precio de la electricidad se factura en P6 y es más barato, además el precio obtenido para el mes de julio nos coincide con el de la factura real.

Los excedentes que obtengamos de nuestra instalación los estaremos vendiendo por aproximadamente 6 céntimos, precio pactado con la compañía.

Por último señalar que habrá muchos meses donde estemos inyectando mucha más energía a la red de la que estemos consumiendo y que por tanto según los cálculos nos deberían de pagar en la factura final del mes, pero esto no es posible, ya que lo máximo que se puede conseguir es que en la factura la parte de término de energía variable nos salga a cero, es decir que no tengamos que pagar nada del consumo, pero sí de todas las demás partes de las que se compone la factura de la luz como es el término de la potencia, excesos, impuestos y el IVA.

- Porcentaje de energía auto consumida: **43 %**
- La recuperación de la inversión teniendo en cuenta que el presupuesto para la instalación es de 5753,32€ se logrará en aproximadamente 7 años, debemos tener en cuenta que las placas solares tienen un cierto desgaste al paso de los años que según el fabricante será de 25 años al 80% de la salida de potencia mínima garantizada, lo que significa que tendremos una pérdida de potencia de un 0,8% cada año.

AÑO	RENDIMIENTO	BENEFICIO (€)	BENEFICIO ACUMULADO (€)
1	1,000	800,29	800,29
2	0,992	793,89	1.594,18
3	0,984	787,49	2.381,66
4	0,976	781,08	3.162,75
5	0,968	774,68	3.937,43
6	0,960	768,28	4.705,71
7	0,952	761,88	5.467,59
8	0,944	755,47	6.223,06

4.4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.4.1. DEFINICIONES

- **Radiación solar:**
- Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².
- Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

- **Instalación:**
- Instalaciones fotovoltaicas: Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.
- Instalaciones fotovoltaicas interconectadas: Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.
- Línea y punto de conexión y medida: La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.
- Interruptor automático de la interconexión: Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- Interruptor general: Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- Inversor: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.
- Potencia nominal del generador: Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal: Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento

- **Módulos:**
- Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- Célula de tecnología equivalente (CTE): Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.
- Módulo o panel fotovoltaico: Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente: – Irradiancia solar: 1000 W/m² – Distribución espectral: AM 1,5 G – Temperatura de célula: 25 °C
- Potencia pico: Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

- TONC: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s
- **Integración arquitectónica:**
Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:
 - Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos: Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.
 - Revestimiento: Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.
 - Cerramiento: Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.
 - Elementos de sombreado: Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada.
 - La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 3.4.1, se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

4.4.2. DISEÑO

- **Diseño del generador fotovoltaico:**
 - Generalidades
 - El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.
 - Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.
 - En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.
 - Orientación e inclinación y sombras
 - La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla I

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

- Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado anterior se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.
- En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, que podrán ser utilizados para su verificación.
- Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo con el anexo III.
- **Diseño del sistema de monitorización:**

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

- **Integración arquitectónica:**
- En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en el punto 3.4, la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.
- Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.
- Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

4.4.3. COMPONENTES Y MATERIALES

- **Generalidades:**

- Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.
- La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.
- Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.
- En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.
- Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y, además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

- **Sistemas generadores fotovoltaicos:**

- Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión

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

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

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la

Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

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

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

- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Será deseable una alta eficiencia de las células.
- La estructura del generador se conectará a tierra

- **Estructura soporte:**
- Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

- El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.
- Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.
- La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.
- Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.
- En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.
- **Inversores:**

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día. 5.4.2 Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

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

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

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

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

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

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

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

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

- **Cableado:**

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.
- El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

- **Conexión a red:**

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

- **Medidas:**

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

- **Protecciones:**

- Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

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

- Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.
- Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

- **Armónicos y compatibilidad electromagnética:**

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

- **Medidas de seguridad:**
- Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.
- La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.
- Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida. La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.
- Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética

4.4.4. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

- El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.
- Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos

4.4.5. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

- En la Memoria se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

- $G(0)$. D_m : Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/ (m² Adía), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:
 - Agencia Estatal de Meteorología.
 - Organismo autonómico oficial.
 - Otras fuentes de datos de reconocida solvencia, o las expresamente señaladas por el IDAE.

$G_{dm}(\alpha, \beta)$: Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/ (m² · día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El

parámetro θ representa el azimut y β la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR. Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Otros.

La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Tabla II. Generador $P_{mp} = 1$ kWp, orientado al Sur ($\alpha = 0^\circ$) e inclinado 35° ($\beta = 35^\circ$).

Mes	$G_{dm}(0)$ [kWh/(m ² ·día)]	$G_{dm}(\alpha=0^\circ, \beta=35^\circ)$ [kWh/(m ² ·día)]	PR	E_p (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82
Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
<i>Promedio</i>	4,51	4,96	0,803	3,94

4.4.6. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

- **Generalidades:**
- Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.
- El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

- Programa de mantenimiento:

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

- **Garantías:**

Ámbito general de la garantía

- Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Plazos

- El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.
- Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Condiciones económicas

- La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.
- Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
- Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía

- La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto

Lugar y tiempo de la prestación

- Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.
- Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

4.5. PRESUPUESTO

1.13.- Instalación Autoconsumo									
1.13.1	Ud	Módulos fotovoltaicos TECHNOSUN 335 Wp policristalino (19996X992X40mm)Nova split cell series.							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		20					20,000		
							20,000	20,000	
Total Ud					20,000	80,00	1.600,00		
1.13.2	Ud	Inversor Red Fronius Symo 6.0-3-M 6 kW							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		1					1,000		
							1,000	1,000	
Total Ud					1,000	1.419,32	1.419,32		
1.13.3	Ud	Kit estructura fast coplanar Teja (VR) 10 módulos							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		2					2,000		
							2,000	2,000	
Total Ud					2,000	429,00	858,00		
1.13.4	Ud	Fronius Smart Meter TS 65A -3							
Total Ud					1,000	376,00	376,00		
1.13.5	Ud	Materiales e instalación.							
Total Ud					1,000	1.500,00	1.500,00		
Total subcapítulo 1.13.- Instalación Autoconsumo:							5.753,32		

Presupuesto de ejecución material									
1 instalación							5.753,32		
	1.13.- Instalación Autoconsumo							5.753,32	
						Total	5.753,32		
Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CINCO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y TRES CON TREINTA Y DOS CENTIMOS.									

4.6. ANEXO

Plano del tejado - Subproyecto 1 - Edificio 1

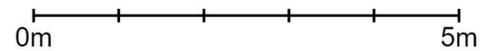
Proyecto: Proyecto nuevo

Emplazamiento: España / Estubeny

Número del proyecto:



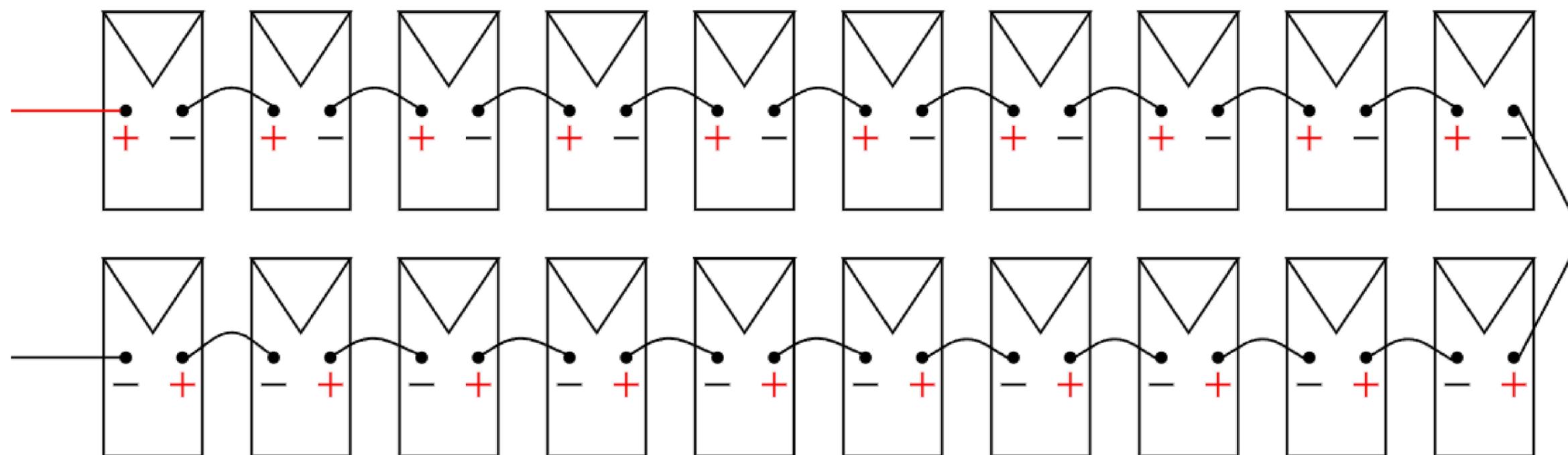
Superficie 1 (Sureste)

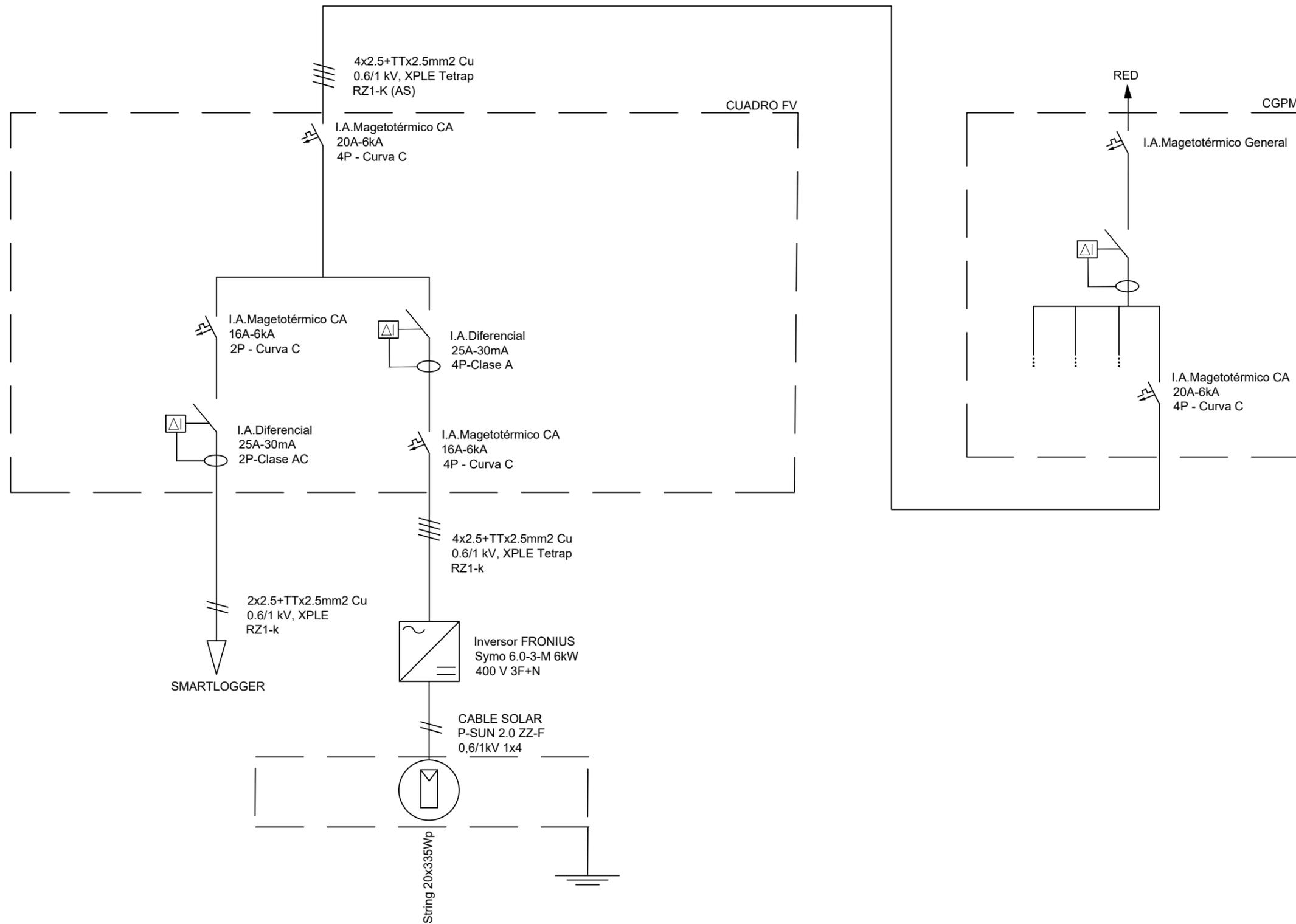




ALZADO INTERIOR

PUESTA A TIERRA PV





Panel solar policristalino PERC 335W de alto rendimiento

- 16.92% eficiencia, 5 busbar y tecnología split cell
- 335W de potencia, indicado para instalaciones fotovoltaicas de alto rendimiento
- Calidad de fabricación y certificación

Serie Nova Split Cell: menos pérdidas de corriente y sombras

La tecnología Split Cell usa células más cortas que los paneles convencionales, conectadas internamente en dos series de strings (double panel). Esto permite reducir las pérdidas por corriente y que en caso de sombras estas no anulen la totalidad de la producción del panel.

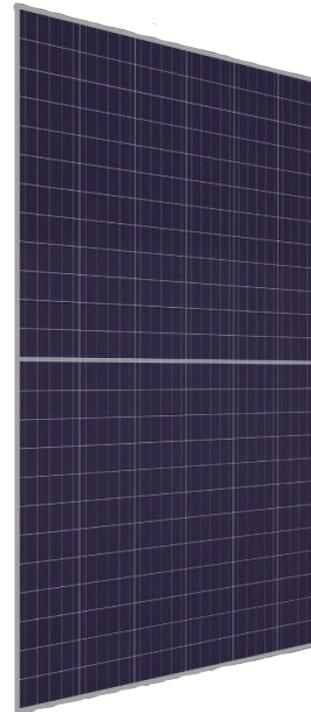
Garantías

- 10 años por producto defectuoso en material y fabricación
- 10 años al 90% de la salida de potencia mínima garantizada
- 25 años al 80% de la salida de potencia mínima garantizada

Especificaciones

Modelo	SRP-335-BPA HV
Potencia máxima (Pmax)	335W
Tensión de potencia máx. (Vmp)	38,5V
Tensión de corriente máx. (Imp)	8,71A
Tensión de circuito abierto (Voc)	46,2V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9,19A
Eficiencia de módulo (%)	16,92%
Máxima tensión del sistema (V)	1000V/1500V
Coef. de temp Pmax (%)/°C	-0.39 %/°C
Coef. de temp Voc (%)/°C	-0.30 %/°C
Coef. de temp Isc (%)/°C	+0.05 %/°C
Temperatura de trabajo (°C)	-40~+85°C
NOCT	45±2°C
Tolerancia	(0,+4.99)
Tipo de célula	Policristalina
Nº de células	144 (156,75 x 78,375mm)
Tipo de conectores	MC4 Compatible
Peso (kg)	22.5 kg
Dimensiones (mm)	1996x992x40 mm

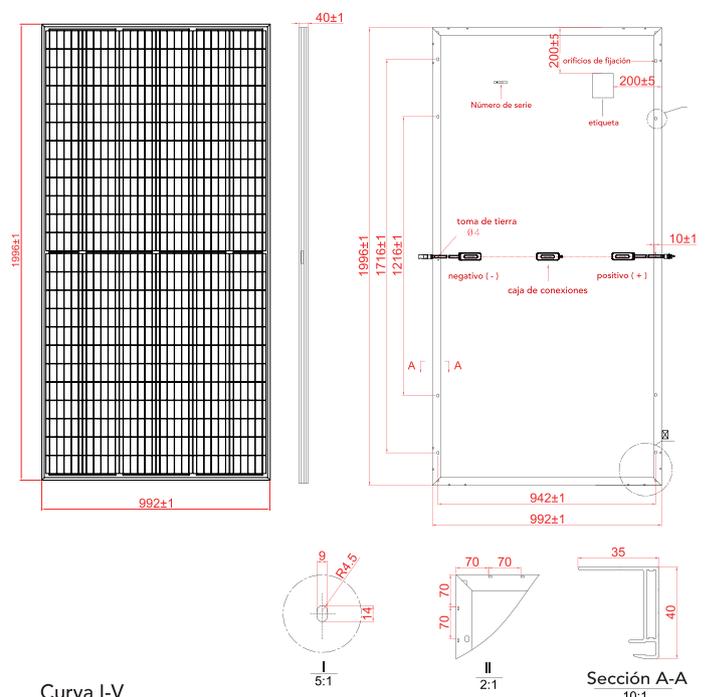
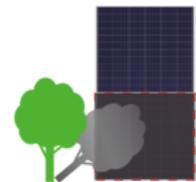
Ficha técnica testeada según STC, STC:AM 1.5,1000W/m², 25°C.



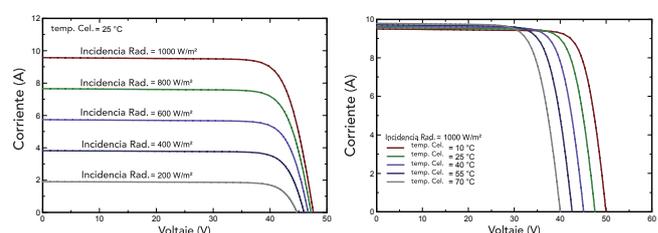
335W
potencia

16,92%
eficiencia

POLI
PERC 144 células



Curva I-V



FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro

/ Tecnología
SnapINverter/ Comunicación
de datos integrada/ Diseño
SuperFlex/ Seguimiento
inteligente GMP/ Smart Grid
Ready

/ Inyección cero



/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado. El inversor Fronius Symo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además, que el inversor no incluya energía a la red eléctrica.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc \text{ máx. } 1} / I_{dc \text{ máx. } 2}^{1)}$				16 A / 16 A		
Máx. corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ /MPP ₂ ¹⁾)				24 A / 24 A		
Mínima tensión de entrada ($U_{dc \text{ mín.}}$)				150 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc \text{ arranque}}$)				200 V		
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)				595 V		
Máxima tensión de entrada ($U_{dc \text{ máx.}}$)				1.000 V		
Rango de tensión MPP ($U_{mpp \text{ mín.}} - U_{mpp \text{ máx.}}$)	200 - 800 V	250 - 800 V	300 - 800 V		150 - 800 V	
Número de seguidores MPP		1			2	
Número de entradas CC		3			2+2	
Máxima salida del generador FV ($P_{dc \text{ máx.}}$)	6,0kW pico	7,4kW pico	9,0kW pico	6,0kW pico	7,4kW pico	9,0kW pico
DATOS DE SALIDA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac \text{ máx.}}$)	4,3 A	5,3 A	6,5 A	4,3 A	5,3 A	6,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %					
Factor de potencia ($\cos \phi_{ac,r}$)	0,70 - 1 ind. / cap.			0,85 - 1 ind. / cap.		
DATOS GENERALES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm					
Peso	16,0 kg			19,9 kg		
Tipo de protección	IP 65					
Clase de protección	1					
Categoría de sobretensión (CC/ CA) ²⁾	2/ 3					
Consumo nocturno	< 1 W					
Concepto de inversor	Sin Transformador					
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada					
Instalación	Instalación interior y exterior					
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C					
Humedad de aire admisible	0 - 100 %					
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)					
Tecnología de conexión CC	3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ²			4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm ² ³⁾		
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²			5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm ² ³⁾		
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 ¹⁾ , CEI 0-21 ¹⁾ , NRS 097					

¹⁾ Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.³⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc \text{ máx. 1}} / I_{dc \text{ máx. 2}}$)	16 A / 16 A			
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ /MPP ₂)	24 A / 24 A			
Mínima tensión de entrada ($U_{dc \text{ mín.}}$)	150 V			
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc \text{ arranque}}$)	200 V			
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)	595 V			
Máxima tensión de entrada ($U_{dc \text{ máx.}}$)	1.000 V			
Rango de tensión MPP ($U_{mpp \text{ mín.}} - U_{mpp \text{ máx.}}$)	163 - 800 V	195 - 800 V	228 - 800 V	267 - 800 V
Número de seguidores MPP	2			
Número de entradas CC	2 + 2			
Máxima salida del generador FV ($P_{dc \text{ máx.}}$)	10,0kW pico	12,0kW pico	14,0kW pico	16,4kW pico

DATOS DE SALIDA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	5.000 W	6.000 W	7.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	5.000 VA	6.000 VA	7.000 VA	8.200 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac \text{ máx.}}$)	7,2 A	8,7 A	10,1 A	11,8 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)			
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)			
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %			
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0,85 - 1 ind. / cap.			

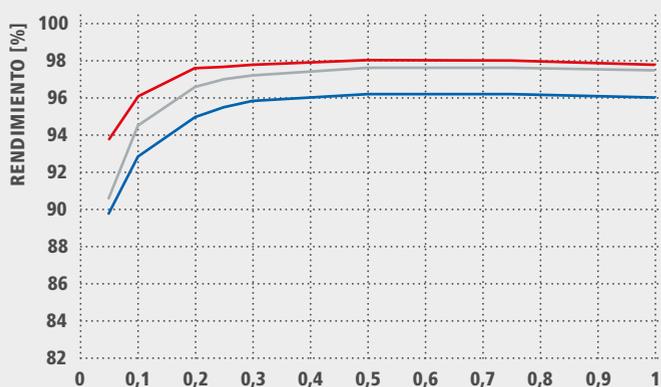
DATOS GENERALES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm			
Peso	19,9 kg			21,9 kg
Tipo de protección	IP 65			
Clase de protección	1			
Categoría de sobretensión (CC / CA) ¹⁾	2 / 3			
Consumo nocturno	< 1 W			
Concepto de inversor	Sin Transformador			
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada			
Instalación	Instalación interior y exterior			
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C			
Humedad de aire admisible	0 - 100 %			
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)			
Tecnología de conexión CC	4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm ² ²⁾			
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm ² ²⁾			
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097			

¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

²⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión.

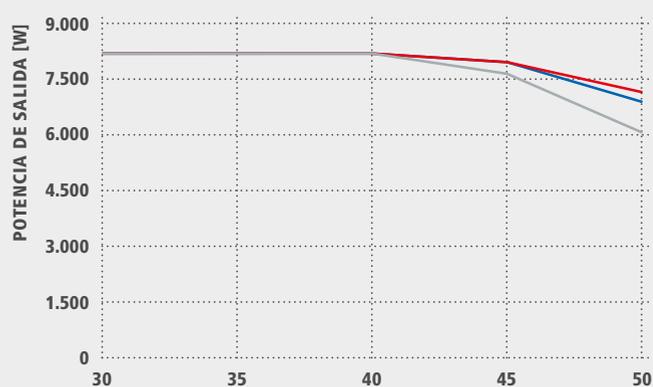
Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 8.2-3-M



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA $P_{AC}/P_{AC,R}$ ■ 258 V_{DC} ■ 595 V_{DC} ■ 800 V_{DC}

REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 8.2-3-M



TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 258 V_{DC} ■ 595 V_{DC} ■ 800 V_{DC}

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %			
Rendimiento europeo (η_{EU})	97,3 %	97,5 %	97,6 %	97,7 %
η con 5 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	84,9 / 91,2 / 85,9 %	87,8 / 92,6 / 87,8 %	88,7 / 93,1 / 89,0 %	89,8 / 93,8 / 90,6 %
η con 10 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	89,9 / 94,6 / 91,7 %	91,3 / 95,6 / 93,0 %	92,0 / 95,9 / 94,7 %	92,8 / 96,1 / 94,5 %
η con 20 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	93,2 / 96,7 / 95,4 %	94,1 / 97,1 / 95,9 %	94,5 / 97,3 / 96,3 %	95,0 / 97,6 / 96,6 %
η con 25 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	93,9 / 97,2 / 96,0 %	94,7 / 97,5 / 96,5 %	95,1 / 97,6 / 96,7 %	95,5 / 97,7 / 97,0 %
η con 30 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	94,5 / 97,4 / 96,5 %	95,1 / 97,7 / 96,8 %	95,4 / 97,7 / 97,0 %	95,8 / 97,8 / 97,2 %
η con 50 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	95,2 / 97,9 / 97,3 %	95,7 / 98,0 / 97,5 %	95,9 / 98,0 / 97,5 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
η con 75 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	95,3 / 98,0 / 97,5 %	95,7 / 98,0 / 97,6 %	95,9 / 98,0 / 97,6 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
η con 100 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	95,2 / 98,0 / 97,6 %	95,7 / 97,9 / 97,6 %	95,8 / 97,9 / 97,5 %	96,0 / 97,8 / 97,5 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %			

¹⁾ Y con $U_{mpp\ min.}/U_{dcr}/U_{mpp\ máx.}$

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí			
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia			
Seccionador CC	Sí			
Protección contra polaridad inversa	Sí			

INTERFACES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda			
USB (Conector A) ²⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB			
2 conectores RJ 45 (RS422) ²⁾	Fronius Solar Net			
Salida de aviso ²⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)			
Datalogger y Servidor web	Incluido			
Input externo ²⁾	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión			
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador			

²⁾ También disponible en la versión light.

CUADROS MODULARES DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES Y SOBREENSIDADES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

Los equipos de la serie SPF AC son una solución compacta para la protección de las instalaciones de placas solares para autoconsumo.

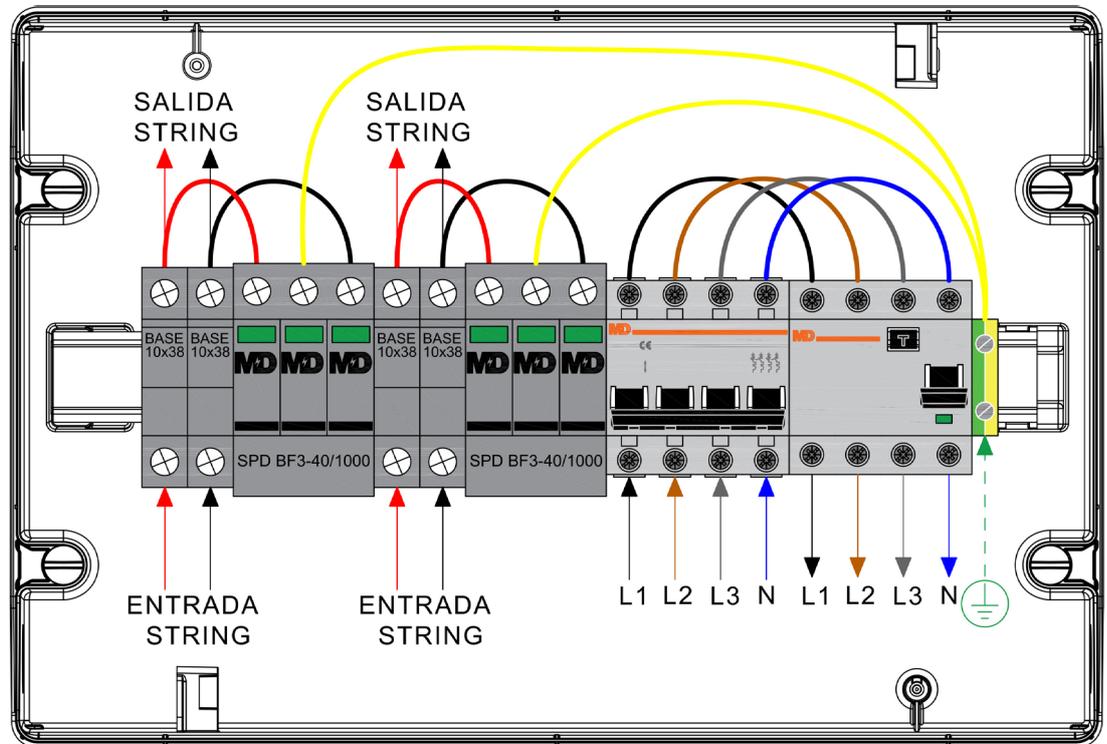
Esta serie de protectores para sistemas fotovoltaicos tienen como finalidad proteger contra sobrecorrientes y sobretensiones producidas por impactos de rayos en la parte continua de instalaciones generadoras de energía fotovoltaica de corriente continua de hasta 1000V_{cc}.

También incluyen protección magnetotérmica y diferencial para la parte de alterna.



SPF 2/2 - 40/1000/15 (223) + AC4

MODELO EQUIPO	SPF 2/2 - 40/1000/15 (223) + AC4 - 25/SP
Nº de strings	2
Nº Salidas	2
Tensión V _{cc}	1000
Fusible (A)	15 A
Intensidad seccionador, I _{sc} (A)	-
Conectores	-
Comportamiento frente a sobretensiones	
Tipo de protección (EN 61643-11/IEC 61643-1)	Clase II / Tipo 2
Tensión máxima operación continua (U _c) V _{DC}	1060 V _{DC}
Máxima corriente de descarga (8/20) I _{max}	40 kA
Protección alterna	
Nº Polos	4P
Tensión nominal (V)	230 / 400
Potencia (kW)	17
Protección magnetotérmica	25 A / I _{cc} 6kA / Curva C
Protección diferencial	Clase A / 40A / 30mA / SI
Protección frente a sobretensiones	-
Datos para su instalación	
Características envoltorio	ABS
Tª de trabajo	-40 °C ... +80 °C
Grado de protección IP	IP65
Categoría de localización	Interior y exterior
Peso (Kg)	4
Dimensiones (mm) (Alto×Ancho×Profundo)	436×310×148



Esquema de conexión SPF 2/2 - 40/1000/15 (223) + AC4

5. INSTALACIÓN DOMÓTICA

En este apartado del TFG lo que haremos será adentrarnos en el mundo de la domótica, en concreto de la domótica con protocolo KNX. Como es un tema que hemos tratado muy poco o nada durante la carrera vamos a realizar una introducción en la primera parte (Punto 5.1) explicando su funcionamiento, las posibilidades que este sistema nos ofrece y los aparatos y materiales más típicos que se encuentran en este tipo de instalaciones.

Una vez hecha la introducción a la domótica y al sistema KNX procederemos a explicar lo empleado en nuestra instalación (Punto 5.2) donde explicaremos la funcionalidad de cada uno de los elementos empleados en nuestra instalación, así como una de las partes más importantes de la domótica que es la programación de este sistema mediante ETS.

5.1. INTRODUCCIÓN

Con el avance de las tecnologías, sobre todo de la electrónica y de la informática han surgido nuevas modalidades dentro del campo de las instalaciones eléctricas, como es el caso de la integración domótica tanto en viviendas como en cualquier tipo de edificación.

La aparición de este nuevo sistema obliga a la especialización de ciertos sectores como es el de las instalaciones eléctricas y en concreto a los ingenieros que realizan los proyectos, ya que cada vez es más común encontrar clientes que quieren implementar un sistema domótico en sus instalaciones eléctricas.

Como definición de la domótica podemos encontrar: “conjunto de sistemas que permiten el control y la automatización inteligente de la instalación de una vivienda, con el objetivo de permitir una gestión de energía eficiente, una mayor seguridad y confort estando en continua comunicación entre el sistema y el usuario.”

El funcionamiento de un sistema domótico en el ámbito de una vivienda consistirá en obtener información mediante los sensores o entradas, procesar esta información y dar la ordenes programadas mediante las salidas o actuadores del sistema.

Mediante la instalación de un sistema domótico se pueden adaptar las instalaciones al cliente de una forma personalizada, lo cual significa una mayor satisfacción por parte del cliente y una evolución en la tecnología de la vivienda que hará que el sistema sea a medida, flexible y polifuncional, además de ofrecer muchas más posibilidades.

La red domótica permite interconectarse con las demás redes que se enlazan con ella, permitiendo realizar las diversas aplicaciones. La instalación domótica y la instalación eléctrica están reguladas según el REBT por la ITC-BT-51 “INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS”, estableciendo los requisitos de los sistemas domóticos en las instalaciones de viviendas y edificios.

5.1.1. USOS DE LA DOMÓTICA

Con la utilización de la domótica se va a incrementar la calidad de vida de los usuarios ya que está pensada para adaptarse al cliente lo máximo posible pudiendo programar la mayoría de las acciones para que el usuario no tenga que preocuparse por nada o el esfuerzo sea mínimo.

Las aplicaciones que realiza la domótica se pueden agrupar en confort, seguridad, comunicación, accesibilidad y gestión de la energía.

- **Confort:**

Posiblemente esta sea una de las mejores características que tiene el sistema domótico, ya que con la implementación de este seremos capaces de poder controlar de forma automática o manual la mayoría de las funciones de nuestra vivienda. Por ejemplo, tenemos la posibilidad de crear escenas mediante las cuales simplemente pulsando un botón o utilizando el móvil o si está programada, cuando llegue una hora determinada el sistema será capaz de encender unas luces determinadas con una cierta intensidad previamente seleccionada, podrá bajar o subir las persianas de la vivienda e incluso encender o apagar el sistema de calefacción. Por ello decimos que una vez tenemos implantado un sistema domótico las posibilidades de aumentar sus funcionalidades son muy altas, pudiendo alcanzar así un nivel de confort muy alto.

- **Seguridad:**

La seguridad también puede ser un punto fuerte del sistema domótico, ya que nos ofrece muchas posibilidades y un gran control de nuestra vivienda. Podemos instalar cámaras de vigilancia por todas nuestras estancias las cuales podremos controlar y visualizar mediante una interfaz como sería Control4, de esta manera no sería necesaria tener que contratar a una empresa de alarmas, si no que si solo quieres ver lo que está sucediendo en tu casa se puede visualizar en todo momento desde el móvil o cualquier ordenador.

Otra capacidad que tiene instalar un sistema domótico con respecto a la seguridad sería la implementación de un sistema de antiintrusión, ya que podemos simular presencia en la vivienda apagando y encendiendo luces o subiendo y bajando persianas e incluso encendiendo música. Por otro lado, también se puede configurar para que en el caso de detectar presencia en la vivienda esta pueda actuar encerrando al intruso y llamando a la policía. En resumen, tenemos un montón de funcionalidades con respecto a la seguridad si instalamos domótica en nuestra vivienda.

- **Comunicación:**

Podemos tener comunicación total con nuestra vivienda y nuestro sistema domótico utilizando un sistema de automatización como Control4 mediante el cual podremos visualizar y realizar las acciones que queramos mediante nuestros dispositivos móviles, PC, Tablet... Podremos comunicarnos con nuestro sistema tanto dentro de casa conectado a la red Wifi como fuera de ella, aunque para esto último será necesario contratar una licencia para poder conectarse al sistema de forma remota.

- **Accesibilidad:**

La domótica facilita los elementos del hogar a las personas con discapacidad, ajustándolas las necesidades de cada caso, además de poder dotar al sistema de teleasistencia cuando se requiera. Son sistemas muy intuitivos, con personalización de interruptores con figuras o de la forma que se prefiera, lo que hace que pueda ser un sistema muy intuitivo y para todos los usuarios de una vivienda, desde los más pequeños a los más mayores.

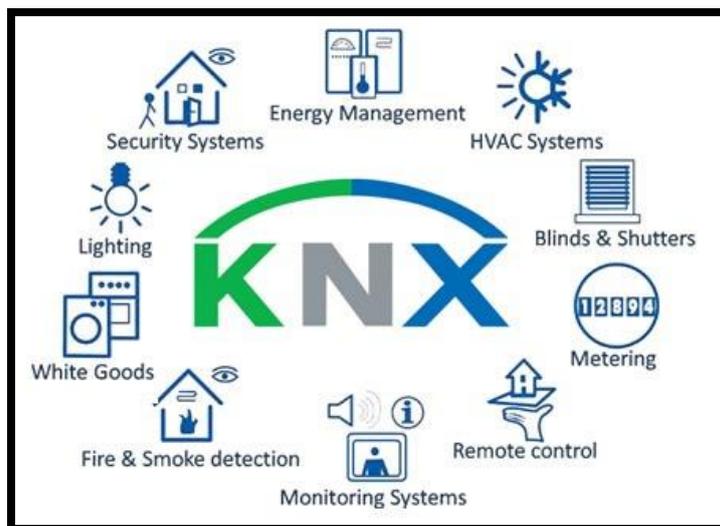
- **Gestión energética:**

La implantación de un sistema domótico puede hacer que nuestra factura de la luz se reduzca considerablemente ya que al poder controlar todos los sistemas de forma remota no se darán las situaciones de dejarse luces encendidas o el sistema de aire acondicionado encendido ya que se podrá apagar desde el móvil. Además, se pueden programar ciertos receptores para que se conecten en los horarios donde la luz tiene una tarifa más barata. Pudiendo obtener así una mayor gestión y ahorro energético.

5.1.2. SISTEMA KNX

La evolución de la domótica ha hecho que se quiera cada vez más alcanzar un mayor control de las viviendas obteniendo mayor confort y funcionalidades. Esto hace necesario un control inteligente que gestione el sistema domótico y poder así mejorar la gestión de la iluminación, el clima y los sistemas de seguridad.

El sistema KNX es independiente de los fabricantes ya que es un sistema abierto que transmite los datos de control a los dispositivos mediante un lenguaje común para todos ellos, lo que facilita el cableado, la instalación y elimina problemas de compatibilidad y comunicación entre los distintos dispositivos de una instalación, con el uso del sistema KNX los fabricantes ofrecen elementos compatibles entre sí y un amplio abanico de posibilidades, de modo que en una vivienda pueden convivir elementos de distintos fabricantes interconectados entre ellos y funcionales.



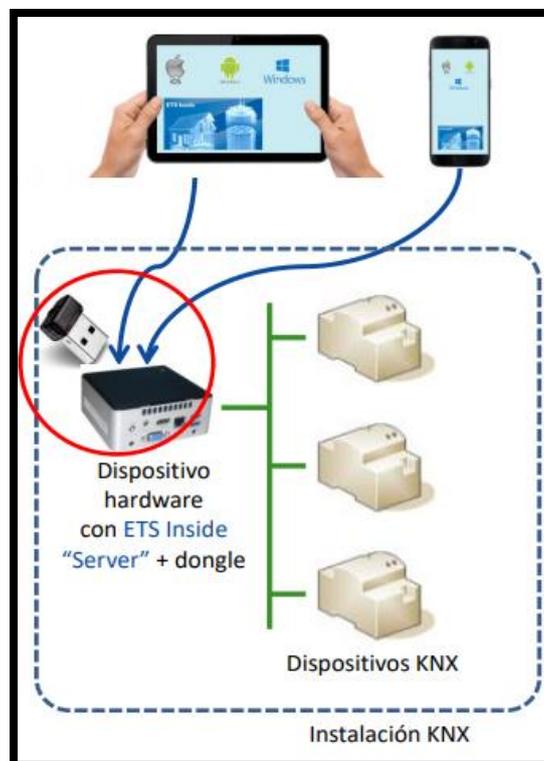
KNX está basado en los sistemas EIB, EHS y BatiBUS, por lo tanto, la conexión y comunicación de todos los dispositivos pueden ser realizados por medio de diferentes buses de comunicación (par trenzado, radiofrecuencia, línea de fuerza o IP/Ethernet). A estos buses de comunicación se les conectan los diversos actuadores y sensores encargados de realizar las diferentes aplicaciones en el ámbito de gestión de la instalación (iluminación, persianas, sistema de climatización, sistemas de seguridad, sistemas de aire acondicionado, ventilación, etc...)

El sistema KNX cumple con el estándar europeo (EN 50090) e Internacional (ISO/IEC 14543) y la asociación de instaladores y agentes del sector englobando un protocolo estándar de comunicación.

5.1.2.1. SOFTWARE DE KNX

KNX cuenta con una herramienta independiente de cualquier marca o casa comercial. Esta herramienta es un software ETS (Engineering Tool Software). Es una herramienta de software de configuración independiente del fabricante para diseñar y configurar instalaciones inteligentes de control de viviendas y edificios con el sistema KNX. ETS es un software que se ejecuta en ordenadores basados en la plataforma Windows®.

Mediante este software podemos ahorrar mucho tiempo en elaborar el diseño de una instalación, ya que tenemos conectados todos los dispositivos domóticos de la instalación mediante un cable de par trenzado, el bus, por lo que al conectarnos al ETS podemos programar todas las entradas y salidas del sistema.



Más adelante en la memoria explicaremos como debemos de introducir los datos en el software y como realizar la programación de los diferentes dispositivos, con las correspondientes direcciones físicas de cada dispositivo y direcciones de grupo de la instalación.

5.1.2.2. TIPOS DE TOPOLOGIAS

En arquitectura de sistemas, existen diferentes topologías para llevar a cabo la conexión de los dispositivos al bus como pueden ser en árbol, estrella, o bus. El protocolo KNX permite estas diferentes topologías, pero fija una característica común entre todas ellas: siempre contemplan tres niveles de conexionado.

La **línea** es la unidad mínima de instalación. En ella podemos conectar hasta 264 **dispositivos** siempre y cuando se cumplan los requerimientos energéticos, es decir, que no se supere la potencia que puede generar la fuente de alimentación. En general las fuentes de alimentación son de unos 640 mA lo que suele aguantar unos 64 dispositivos. Si se desean conectar más componentes al bus, se habrá de instalar una nueva línea, que se acoplará, junto con la primera, a una línea principal mediante acopladores de línea.

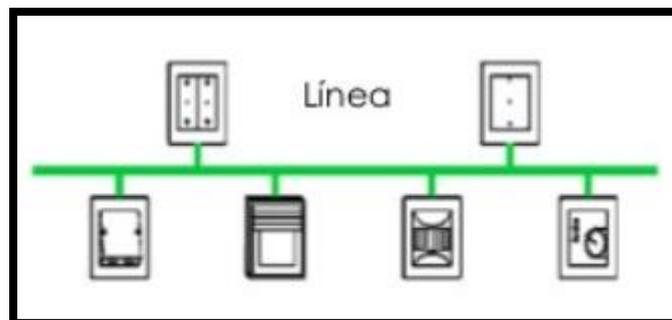
La longitud máxima de una línea es de 1000 m.

Sin embargo, es necesario indicar que cada línea deberá poseer su propia fuente de alimentación. Se pueden acoplar hasta 15 líneas en la línea principal, constituyendo un **área**. De este modo, en un área se pueden conectar hasta 960 dispositivos.

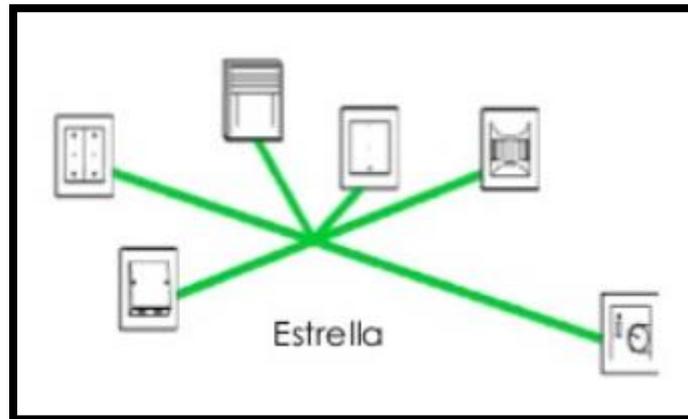
Cabe la posibilidad de unir hasta un total de 15 áreas distintas mediante los denominados acopladores de área para constituir el sistema, que permitiría integrar hasta un máximo de 14.400 dispositivos.

La nomenclatura para nombrar las diferentes direcciones de grupos, y los dispositivos a los que les llegue el cable KNX será: (A, L, D) es decir (Área, Línea, Dispositivo).

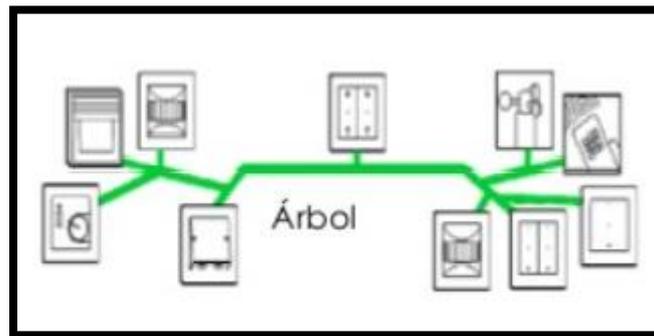
- **Topología en línea:** Los componentes domóticos se conectan a un mismo canal o línea principal, de modo que comparten el mismo bus a la hora de comunicarse entre ellos. Es una topología multipunto, donde su utilización más frecuente se encuentra en los sistemas domóticos descentralizados. En esta topología el bus se vuelve un elemento pasivo al no producir una regeneración de la señal.



- **Topología en estrella:** Todos los elementos están conectados por medio de un nodo central o concentrador. Esta topología es empleado habitualmente en los sistemas don óticos centralizados, ya que su principal desventaja es causada por este nodo central, debido a que en este punto dependen todos los elementos de la instalación domótica.



- **Topología en árbol:** Es una variante de la topología en estrella, donde no todos los componentes se encuentran conectados a un nodo principal, sino que existen nodos secundarios.



5.1.2.3. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

- **TP-1 (Par trenzado):** Opera a una velocidad de transmisión de 9600 bits/s. Es el medio de transmisión más utilizado, debido al alto nivel de fiabilidad que ofrece en el envío de telegramas entre los componentes. Todos los elementos se comunican entre sí por el mismo bus, ya que su transmisión es totalmente independiente a los demás circuitos. Las áreas donde más se aplican son en las nuevas instalaciones o en las grandes reformas, debido a que este medio de transmisión necesita de una previa instalación del bus de conexión. Este es el método que utilizaremos en nuestra conexión ya que es el más rápido y fiable.
- **PL-110 Powerline (línea de fuerza):** Se utiliza como bus de comunicación la propia red eléctrica de la instalación, con una velocidad de transmisión de 1200 bits/s. Se utiliza en lugares donde la instalación sea a 230 V con neutro y no se pueda instalar un bus de

control. Este tipo de transmisión de la información no se utiliza casi debido a las interferencias ocasionadas por la electricidad y a la poca velocidad.

- **Radiofrecuencia:** El medio de transmisión se realiza vía radio, a una frecuencia de 868 MHz (dispositivos de corta frecuencia), con una potencia irradiada de 25 mW y una velocidad de 16,384 Kbits/s. Estos medios se caracterizan por su bajo consumo destinado a pequeñas o medianas instalaciones donde no se desee o no se pueda instalar cableado. Es un método también no muy utilizado y solo para últimos recursos ya que es un sistema que tiende bastante a fallar debido a posibles fallos de comunicación
- **Ethernet (KNX sobre IP):** El medio de comunicación es el cable de Ethernet, de forma que tanto las redes LAN como internet pueden ser usadas para comunicar los componentes. Se utilizan en grandes instalaciones donde se necesite un backbone o una línea principal rápida. Es un buen método, pero más caro que la instalación de un bus de par trenzado y no se obtienen mejores resultados.

5.1.2.4. COMPONENTES KNX

- **Fuente de alimentación:**

Para el caso de KNX alimentado por par trenzado (cable bus) transmite a todos los dispositivos tanto la alimentación de tensión necesaria como los datos.

La tensión nominal del sistema bus es de 24 V. Las fuentes de alimentación inyectan al bus una tensión de 30 V. Los componentes de la instalación funcionan correctamente con una tensión entre 21 V y 30 V, es decir, hay un margen de tolerancia de 9 V para absorber posibles caídas de tensión en el cable o debido a resistencias en los puntos de conexión.

En los participantes debe separarse, como primer paso, la tensión continua para la alimentación de la tensión alterna con la información. Un condensador produce la tensión continua para la alimentación, un transformador desacopla la tensión alterna con la información.

Otra función del transformador es, en el caso de participantes que emiten datos, superponer la tensión con información a la tensión del bus.



Fuente de alimentación KNX (29 VDC, bobina incluida) con fuente auxiliar de 29 VDC que proporciona un total de 640 mA en conjunto. Incorpora LEDs para indicar operación, sobretensión y cortocircuito, así como pulsador de reset. Tensión de alimentación de 230 V ~ 50/60 Hz. Instalación en carril DIN 4.5 unidades.

- **Acoplador de línea o de área:**

Permiten acoplar varias líneas TP a un área, así como varias áreas a un sistema global. También pueden ser usados como amplificador de línea.

Este dispositivo se suele utilizar conjuntamente con una fuente de alimentación, ya que es útil en las ocasiones donde una línea ha alcanzado su número máximo de componentes y necesitamos seguir añadiendo más, entonces se utiliza un acoplado de línea junto a una fuente de alimentación para sacar una nueva línea y seguir conectando.



- **Wiser:**

Son elementos o puntos que permiten la conexión del sistema en protocolo KNX a otros protocolos domóticos.

El controlador lógico para KNX Wiser se puede usar de varias maneras:

- Puerta de enlace entre KNX, Modbus, BACnet e IP
- Módulo lógico que proporciona la función de memoria y controlador de eventos
- Interfaz de usuario basada en una aplicación de servidor web

En resumen, se puede realizar una instalación domótica sin la necesidad de utilizar un Wiser siempre que la lógica de programación no es muy complicada, ya que este elemento se suele utilizar cuando tenemos que realizar una programación elaborada teniendo en cuenta más factores que para una instalación normal, por ejemplo, para una buena programación del clima este sistema es necesario, ya que nos ofrece más funcionalidades y rapidez a la hora de programar las lógicas.



- Sensores:

Los sensores forman parte de las entradas del sistema KNX ya que su función es detectar cambios de estado y transmitir esta información a los actuadores adecuados para que procesen y ejecuten una acción.

Hay muchos tipos de sensores los cuales pueden estar conectados o bien directamente por el bus de comunicación del sistema o si estos no poseen bus deberán conectarse a una entrada binaria.

Tipos de sensores más utilizados: sensor de presencia, sensor de temperatura, sensores de gases, sensores de iluminación. Etc.



- Actuadores:

Los actuadores son una parte imprescindible de cualquier instalación domótica, ya que son los encargados de procesar y ejecutar las órdenes recibidas por el bus de comunicaciones.

Los actuadores en una instalación pueden tener diversas funciones, aunque al fin y al cabo funcionan como interruptores a los cuales les llega la fase del automático donde se encuentre el dispositivo o dispositivos a controlar y por otro lado le llega la vuelta del dispositivo a controlar, porque el actuador funcionara cortando o no la corriente.

Todos los actuadores tienen incorporado un acoplador de bus mediante el cual están conectados al bus de comunicaciones del sistema KNX.



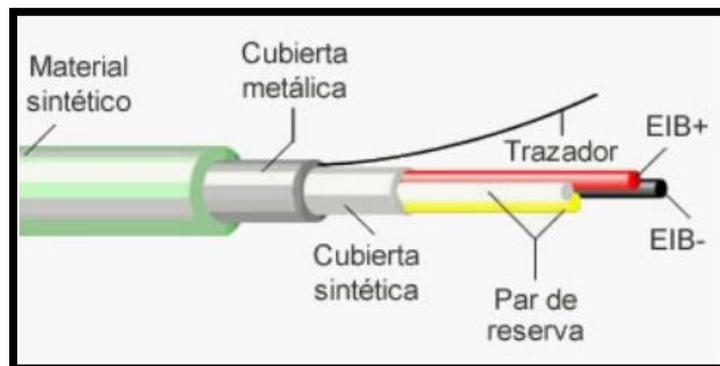
- **Conectores bus**

Los conectores bus son las fichas o clemas mediante las cuales podemos dar continuidad al bus de la instalación entrando y saliendo de los diferentes dispositivos de la instalación. Estos conectores bus estarán formados por dos clemas de colores rojo y negro, en los cuales se podrá introducir hasta un máximo de cuatro hilos en cada clema. Los terminales se introducirán pelados, los colores del cable a conectar tienen que ser los mismos que el color de la clema a la que los conectemos. Rojo (positivo) y negro (negativo).



- **Cable KNX**

El cable KNX está constituido por conductores de cobre rígido aislados en polietileno y cubierta exterior de Poliolefina termoplástica. En el interior encontramos cuatro hilos de cobre rígidos, de los cuales dos serán utilizados para el conexionado del bus de comunicaciones (hilo rojo y negro) y los otros dos cables se pueden utilizar como alimentación suplementaria para aquellos dispositivos que necesiten más alimentación o como reserva por si tenemos que ampliar la instalación.



5.2. MEMORIA

Una vez hemos hecho la explicación y la introducción de los que es la domótica, el sistema KNX y sus componentes principales vamos a proceder a la explicación de la instalación domótica de nuestra instalación, la cual consiste en domotizar una casa rural de altas prestaciones.

A continuación, vamos a proceder a comentar que partes de la casa rural van a estar incorporadas en la domótica y de qué manera, tras esto pasaremos a enumerar que componentes vamos a utilizar en la instalación y su conexionado. Por último, hablaremos de la forma en que se ha programado el sistema ETS de KNX con sus respectivas direcciones físicas.

5.2.1. FUNCIONES DE LA INSTALACIÓN DOMÓTICA

Vamos a describir las diferentes funciones domóticas que el propietario ha querido que tenga sus instalaciones, todo ello mediante protocolo KNX.

- Iluminación:

La iluminación de la casa rural será principalmente “dimmable”, es decir, va a poder ser regulable en intensidad. Para ello será necesario instalar ciertos componentes eléctricos y domóticos como son los dimmers que posteriormente explicaremos.

Las estancias del salón de la planta baja y de la primera planta tendrán instalados unos sensores de presencia, los cuales realizarán el encendido automático de estas estancias.

Se crearán escenas en algunas estancias donde se regulará la cantidad de luces encendidas y la intensidad de estas. Tanto la iluminación como las diferentes funciones de la instalación se controlarán mediante botoneras táctiles de la marca zennio y pulsadores conectados a pastillas binarias.

- Confort:

En el confort de la instalación podemos incluir varias funciones, como son la creación de escenas que hemos nombrado antes, el control de las persianas y la climatización.

Tanto las persianas como la climatización se podrán activar por medio de las escenas creadas, es decir, pulsando un botón las persianas se pondrán en una posición determinada dejando pasar más o menos luz y la climatización se encenderá ajustándose a una temperatura de consigna previamente programada.

Todas las funciones que tiene la instalación podrán controlarse desde las botoneras repartidas por la casa y a través del teléfono móvil o cualquier dispositivo conectado a internet, ya que se instalará Control 4, el cual nos permitirá poder visualizar todos los parámetros de la instalación y poder interactuar con ellos como si de una botonera o un termostato se tratará.

- Eficiencia energética:

Al utilizar una regulación automática de la intensidad de las luces y el poder controlar las persianas de forma automática nos puede ayudar a conseguir un ahorro energético considerable.

Con la automatización del clima y la posibilidad de poder controlarlo a distancia y de forma remota podemos accionarlo desde cualquier parte pudiendo aprovechar así las horas donde valga menos la electricidad.

Por otro lado, tenemos un sistema de autoconsumo el cual nos ayudará a ahorrar gran parte de la energía consumida en la instalación, mediante dispositivos de visualización como el Smart meter podemos ver en tiempo real lo que se está consumiendo y vertiendo a la red en todo momento.

- **Sistemas de seguridad:**

En la casa rural no habrá instalado ningún sensor de inundación o detector de CO2 debido a las peticiones del propietario, pero si que habrá instalado un equipo de cámaras las cuales se podrán visualizar mediante la plataforma de Control 4, ya que este estará conectado a las cámaras por red.

- **Comunicación:**

El sistema KNX de nuestra instalación tiene conectado un Wiser for KNX el cual nos permitirá programar toda la parte de climatización, debido a que esta programación requiero una lógica bastante compleja la cual no podríamos elaborar con el sistema propio de KNX el ETS, si bien es cierto que mediante el Wiser se puede visualizar el estado de la instalación, enviar órdenes a los dispositivos, nosotros no lo vamos a utilizar para ello, ya que la interfaz que tiene este programa no es de agrado para el cliente, por lo que se instalará un controlador Control 4 para poder realizar una buena visualización de todos los parámetros de la instalación, además de tener la posibilidad de controlar de forma remota la vivienda.

5.2.2. TOPOLOGÍA

En la instalación domótica de la casa rural la forma de transmisión de los datos se hará mediante un bus de comunicaciones.

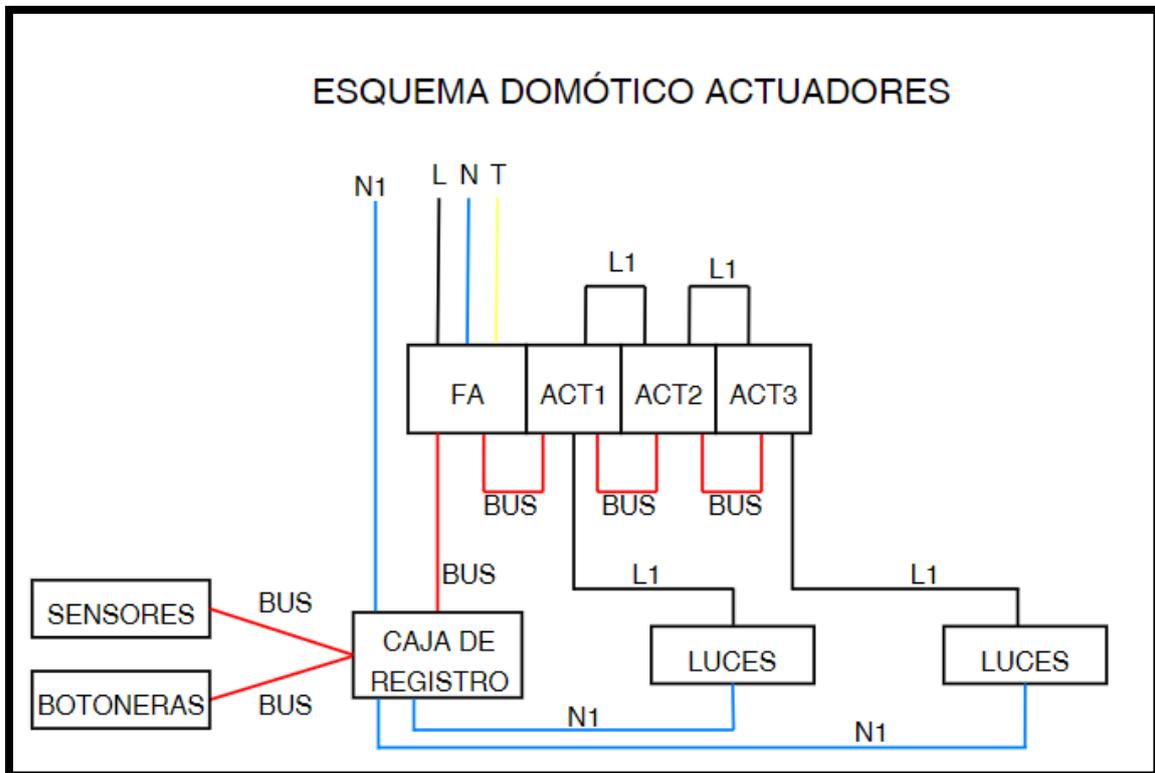
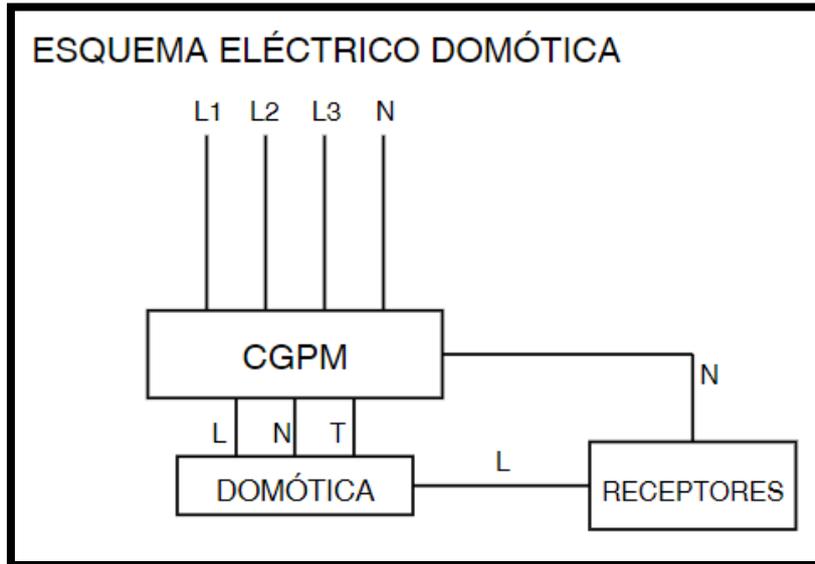
El par de hilos trenzado (Twisted Pair, TP) es con creces el medio de comunicación más usado en instalaciones KNX. Todos los participantes están conectados entre sí mediante el bus. El cable tiene un coste bajo, y su instalación es sencilla.

La forma de conexión del bus se hará mediante cable KNX formado por cuatro hilos de cobre rígidos, dos de ellos (negro y rojo) serán empleados para transmitir la energía necesaria para que funcionen todos los dispositivos de la instalación y a parte se transmitirán los datos, es decir, se dará la comunicación entre los dispositivos. Los otros dos cables restantes (amarillo y blanco) serán utilizados como reserva y también para ciertos dispositivos que necesiten alimentación extra.

El bus partirá de la fuente de alimentación del sistema KNX e irá conectándose de forma lineal entre los diferentes dispositivos del cuadro eléctrico, como son los actuadores, el wiser, el dimer. Etc.

Después, para conectar los diferentes dispositivos que hay por la vivienda deberemos conectar cables KNX a cualquiera de las clemas rojas y negras y de ahí llevarnos esa conexión a los cuadros de registro, los cuales estarán situados en los baños, uno en la planta baja y otro en la primera planta. Una vez tengamos los cables KNX en los patinillos solo quedara conectarlos y distribuirlos a los diferentes dispositivos, como son las botoneras, los termostatos y los sensores.

Por lo que debido a este tipo de instalación del bus podemos decir que estamos en una tipología tipo árbol.



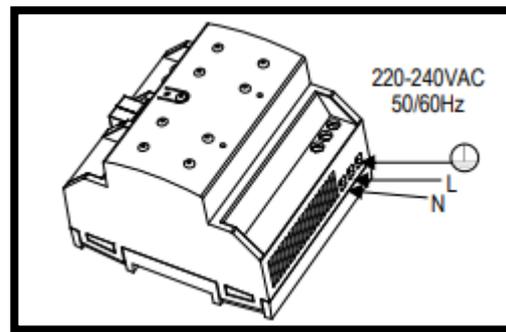
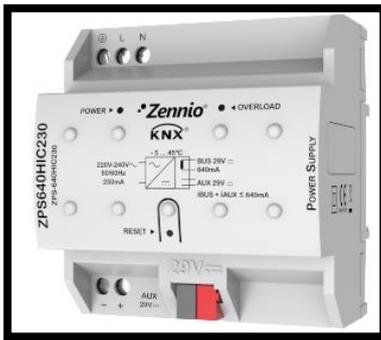
5.2.3. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN Y SU CONEXIONADO

Vamos a realizar una descripción detallada de todos los componentes que forman parte de la instalación domótica. Además, explicaremos también su estructura y el conexionado dentro de la instalación.

Vamos a dividir los componentes domóticos en dos partes, una será los dispositivos que se encuentran en cuadro general de mando y protección de la vivienda, los cuales serán las salidas del sistema KNX. Por otro lado, tendremos los dispositivos que actuarán como entradas al sistema domótico, estos estarán repartidos por las estancias de la vivienda.

5.2.3.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

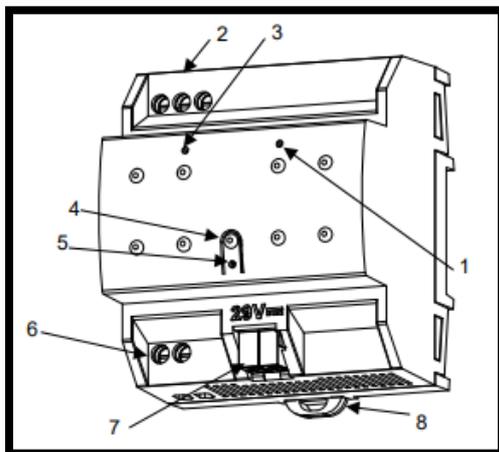
La fuente de alimentación que hemos elegido será de la marca Zennio de 640 mA, en concreto el modelo ZPS-640HIC230.



Fuente de alimentación KNX (29 VDC, bobina incluida) con fuente auxiliar de 29 VDC que proporciona un total de 640 mA en conjunto. Incorpora LEDs para indicar operación, sobretensión y cortocircuito, así como pulsador de reset. Tensión de alimentación de 230 V ~ 50/60 Hz. Instalación en carril DIN 4.5 unidades.

La fuente de alimentación que hemos instalado será la responsable de alimentar todos los dispositivos de la instalación por lo que deberá estar bien dimensionada para poder alimentar a todos los dispositivos. En el caso de nuestra instalación solo vamos a tener actuadores, dimmers y u Wiser por lo que con esta fuente tendremos suficiente para alimentar a todos los dispositivos.

- CONEXIONADO Y CARACTERISTICAS

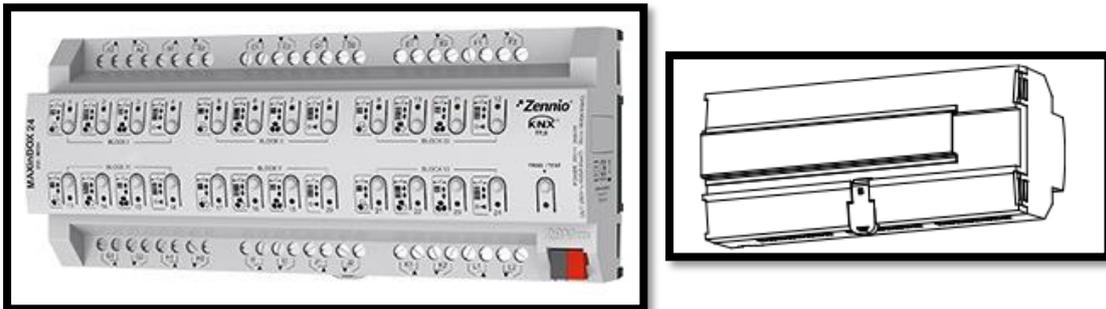


- 1- LED de sobrecarga
- 2- Alimentación, terminales L, N y tierra
- 3- LED de alimentación.
- 4- Botón de reset
- 5- LED de reset
- 6- Salida adicional de 29 VDC.
- 7- Conector KNX (Rojo y negro)
- 8- Pinza de fijación

- Se encarga de la generación y monitorización de la tensión de alimentación del sistema KNX mediante el conexionado del bus, de este dispositivo será de donde parta el bus.
 - Protección contra cortocircuitos y sobretensiones.
 - Botón reset y LED de estado de sobrecarga o cortocircuito.
 - Bobina KNX incluida para alimentar líneas de bus KNX.
 - Salida auxiliar a 29 VDC.
 - La instalación de esta fuente debe ser en un raíl DIN de 35 mm.
- **Estado del LED de alimentación:**
 - Cuando el LED este encendido (verde): funcionamiento normal.
 - Cuando el LED este apagado: no le llega alimentación a la fuente.
 - Cuando el LED este parpadeando (verde): cortocircuito en la salida bus KNX o en la salida adicional.
 - **Estado del LED de sobrecarga:**
 - LED apagado: no hay sobrecarga
 - LED parpadea rojo: corte por sobrecarga o cortocircuito
 - LED encendido rojo: sobrecarga en la línea de la fuente (demasiados dispositivos).

5.2.3.2. ACTUADORES PARA LUCES ON/OFF

Actuador multifunción de KNX de 24 salidas para carril DIN. Modelo ZIO-MB24

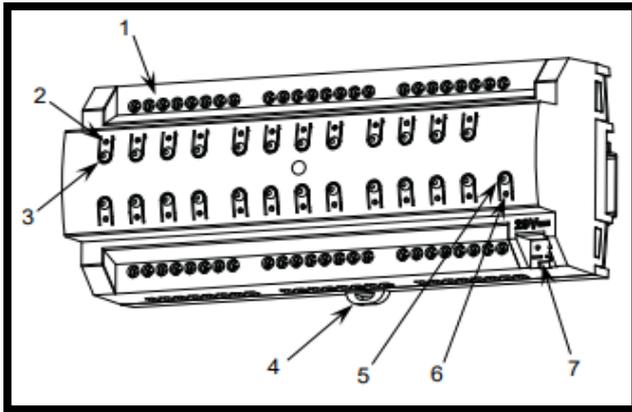


Actuador multifunción para carril DIN (12 unidades) que ofrece configuración múltiple de hasta 12 canales de persiana, hasta 24 salidas independientes de hasta 16 A (válidas para carga capacitiva) y hasta 6 bloques de control de fan coil de 2 tubos. Permite control manual a través de pulsadores y los LED indicadores muestran el estado de sus salidas. Incluye 30 funciones lógicas independientes para una mayor versatilidad en las automatizaciones KNX. Accesorios: adaptadores de persiana AC/DC.

Este actuador estará alimentado por una tensión de 29 VDC MBTS y el consumo máximo que puede tener será de 4,8 mA

Este actuador lo vamos a utilizar tanto para las luces que nos son regulables de la instalación y además para todo el sistema de fan coils que tenemos.

● **CONEXIONADO Y CARACTERISTICAS**

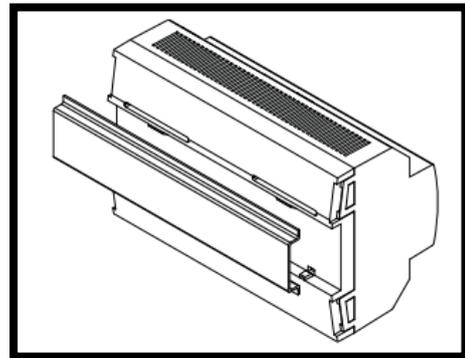


- 1- Salidas.
- 2- LED de estado de salida
- 3- Botón de control salidas.
- 4- Pinza de fijación.
- 5- Botón test/programación.
- 6- Led de test/programación.
- 7- Conector KNX.

- 6 bloques independientes configurables como: canales persianas (hasta 12), salidas individuales (hasta 24) y fan coil de 2 tubos (hasta 6).
- Salidas aptas para cargas capacitivas, máximo 140 µF.
- Control manual independiente por salida con pulsador y LED indicador de estado.
- 30 funciones lógicas.
- Temporizaciones en las salidas.
- Posibilidad de conectar fases distintas en salidas adyacentes.

5.2.3.3. *ACTUADORES-REGULADORES PARA ILUMINACIÓN*

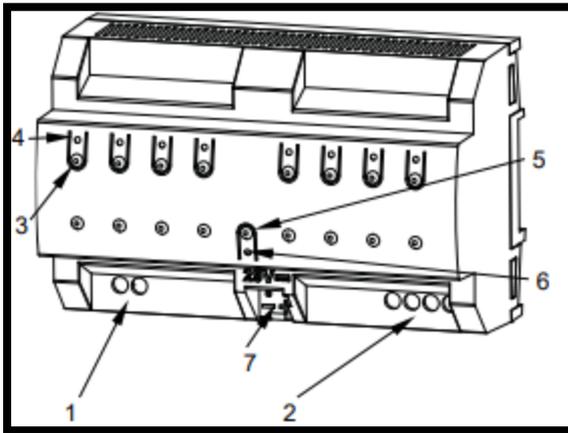
Actuador dimmer universal (RLC, LED, CFL) para carril DIN. Modelo ZDIDBDX4



Actuador dimmer universal (RLC, LED, CFL*) para carril DIN (8 unidades) con 4 canales 300 W a 230 VAC (200 W a 110 VAC). Permite el control conjunto de canales: canal doble hasta 600 W a 230 VAC (400 W a 110 VAC), canal cuádruple hasta 1200 W a 230 VAC (800 W a 110 VAC). Detección automática de carga (RLC). Curvas de regulación para LED y CFL configurables. Permite control manual a través de pulsadores. Incluye 10 funciones lógicas independientes. Detección de cortocircuito, falta de alimentación, sobretensión, sobrecalentamiento, frecuencia anómala y mala parametrización.

Utilizaremos estos actuadores para poder controlar la intensidad de los LED'S que hay instalados en la vivienda. Necesitaremos también una fuente de alimentación regulable para alimentar a los LED'S.

• **CONEXIONADO Y CARACTERISTICAS**



- 1- Entrada de alimentación.
- 2- Canales de salida.
- 3- Botón de control manual.
- 4- LED de estado de salida.
- 5- Botón programación/test.
- 6- LED de programación/test.
- 7- Conector KNX

- 4 canales para cargas tipo R L C y/o lámparas regulables LED o bajo consumo
- Detección automática del tipo de carga R L C.
- Detección automática de frecuencia.
- Elección de curvas de regulación para bajo consumo y LED.
- Posibilidad de control manual de la regulación.
- Salvado de datos completo en caso de fallo de bus KNX.

La tensión de funcionamiento de este actuador será de 29 VDC y el consumo máximo que podrá tener es de 13,53 mA

5.2.3.4. *WISER FOR KNX*

Para la conexión del sistema domótico a internet se empleará el componente Wiser for KNX con Referencia LSS100100:



Para ello el Wiser for KNX se conectará a internet mediante el puerto Ethernet situado en la parte superior del componente, de forma que permita que la instalación esté conectada a esta. Además, el Wiser for KNX tiene una IP de defecto para poder estar conectada de forma inalámbrica por vía wifi.

- **CONEXIONADO Y CARACTERISTICAS**

En la parte inferior del Wiser for KNX, se harán las conexiones al bus de comunicación y la conexión de alimentación del Smartlink Modbus, tal y como se muestra en la siguiente figura.

En la parte superior se realizará la conexión por USB 2.0 o RJ45 a la red de la vivienda, pudiendo configurar su IP para la conexión vía WIFI.

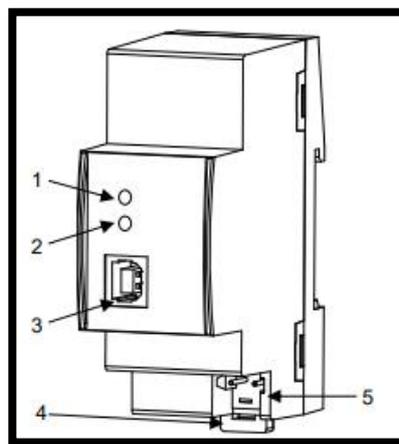
Será necesaria instalar una fuente de alimentación independiente para el Wiser.

5.2.3.5. KNX USB SC

Gateway necesario para poder conectarse a las instalaciones KNX mediante un conector USB.

Incluye LEDS para mostrar el estado de conexión KNX y el dispositivo USB. También permite la monitorización de la instalación KNX mediante ETS.

- **CONEXIONADO Y CARACTERISTICAS**



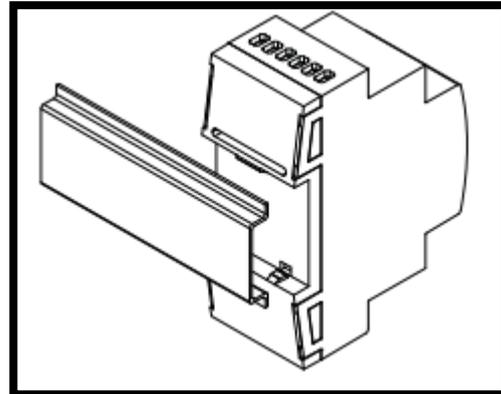
- 1-LED conexiones USB
- 2-LED de conexión KNX
- 3-Conector USB.
- 4-Anclaje a carril Din
- 5-Conector KNX

- Longitud de APDU máxima de 220 bytes.
- Soporta USB 2.0 con protocolo cEMI.
- Comunicación KNX segura.
- BCU KNX integrada.

Este dispositivo estará alimentado por una tensión de 29 VDC y tendrá un consumo máximo de 5 mA.

5.2.3.6. ENTRADAS BINARIAS

Módulo de 8 entradas analógico-digitales para carril DIN (2 unidades). Modelo ZIO-RQUAD8

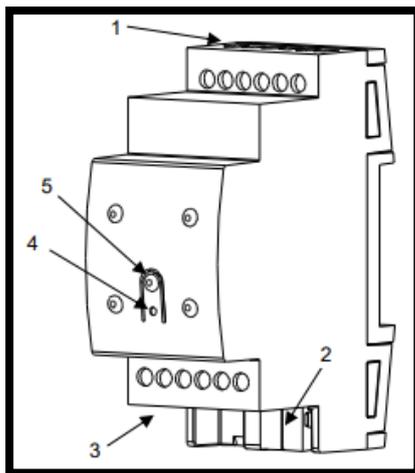


Las entradas analógico-digitales pueden ser configuradas como entradas binarias multifunción, para sensores y pulsadores libres de potencial, como entradas de sondas de temperatura o como entradas de sensores de movimiento. Incluye ocho termostatos de zona para control de circuitos de frío/calor. Accesorios: sondas de temperatura y sensor de movimiento.

Este dispositivo se usará para poder conectar al bus ciertos dispositivos los cuales no tienen un conector bus, si no que se controlarán por entradas binarias.

En nuestro caso lo utilizaremos para poder conectar al bus de nuestra instalación tanto los pulsadores de los cuartos de baño como los sensores de movimientos de la vivienda.

• CONEXIONADO Y CARACTERISTICAS



- 1- Entradas analógico-digitales 1 a 4.
- 2- Conectore KNX
- 3- Entradas analógico-digitales 5 a 8
- 4- LED de programación.
- 5- Botón de programación

- 8 entradas analógico/digitales configurables como sonda de temperatura (NTC con curva personalizable), sensor de movimiento o entrada binaria.
- 8 termostatos.
- Salvado de datos completo en caso de fallos de bus KNX.

5.2.3.7. PANELES TÁCTILES

Panel táctil capacitivo con display (55 x 55 mm). Modelo ZVI-F55D

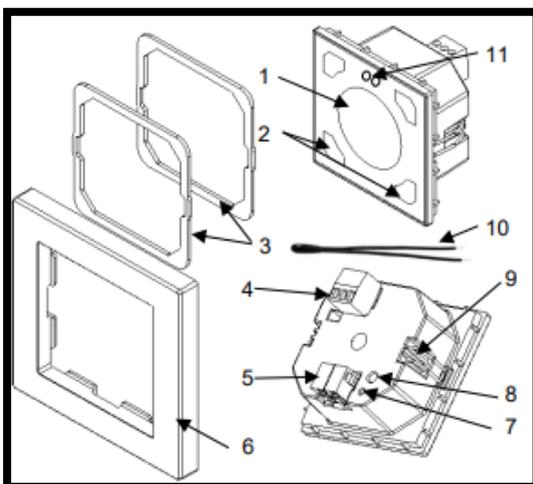


Panel táctil capacitivo retroiluminado con display redondeado de la familia Flat 55 (para marcos 55x55 mm), con sensor de proximidad y totalmente personalizable.

El control de la estancia se simplifica con 4 botones disponibles y hasta 4 indicadores pueden mostrarse en su display central. Los iconos retroiluminados regulan su brillo con el sensor de luminosidad ambiente y se atenúan cuando el usuario no es detectado por el sensor de proximidad. Flat 55 Display incorpora un termostato, además de 2 entradas analógico-digitales que pueden ser configuradas como entrada binaria para sensor o pulsador libre de potencial, como sonda de temperatura o sensor de movimiento.

En la casa rural en lugar de pulsadores o interruptores como podría haber en cualquier vivienda estándar lo que encontraremos serán este tipo de displays repartidos por todas las estancias, mediante los cuales podremos controlar el encendido/apagado de luces on/off, la regulación de intensidad de las luces regulables y, además, el control del clima de cada estancia.

- **CONEXIONADO Y CARACTERISTICAS**



- 1- Pantalla
- 2- Áreas de pulsación.
- 3- Chapas niveladoras metálicas.
- 4- Conector de entradas.
- 5- Conector KNX.
- 6- Marco.
- 7- LED de programación
- 8- Botón de programación
- 9- Clip de fijación.
- 10- Sonda de temperatura.
- 11- Sensor de luminosidad y proximidad.

Este dispositivo estará conectado a la instalación KNX mediante los conectores BUS que tiene detrás de la pantalla por lo que actuará como una entrada al sistema, la cual según la acción que este programado en cada botón táctil hará que se activen los relés correspondientes realizando una acción y proporcionando así la salida y respuesta del sistema.

5.2.3.8. TERMOSTATOS

Para controlar la climatización se ha elegido el termostato KNX para fan coil, con referencia TRD A 5248 WW



El termostato para Fan coil es un módulo sensor para manejar ventiladores convectores eléctricos en instalaciones KNX realizando la medición y el reglaje de la temperatura ambiente. El termostato se montará en una caja de empotrar universal.

5.2.3.9. SENSIORES DE MOVIMIENTO

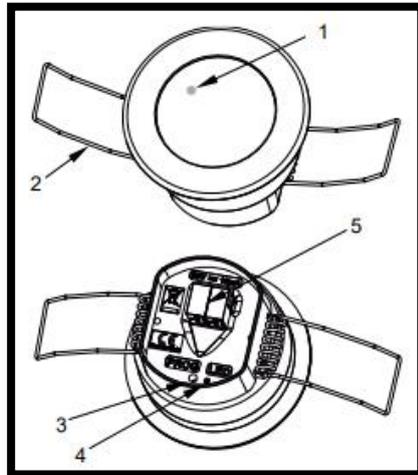
Detector de movimiento KNX con sensor de luminosidad para techo. Modelo ZPDEZTP.



Detector de movimiento con sensor de luminosidad para instalación en techo, con un área de detección de 360° y hasta 6 metros de diámetro. Incluye varios canales configurables para regulación de iluminación constante, control de iluminación conmutada en función de un umbral de luminosidad o en función de la detección de movimiento únicamente. Es posible ajustar la sensibilidad del sensor y calibrar la luminosidad a la del plano de trabajo. La

configuración maestro/esclavo permite usar varios detectores para espacios mayores. Instalación empotrada.

- **CONEXIONADO Y CARACTERISTICAS**



- 1- LED indicador de detección.
- 2- Muelle de fijación.
- 3- Botón de programación.
- 4- LED de programación.
- 5- Conector KNX

- Detección de presencia a través de tecnología PIR.
- Diámetro de detección de hasta 6m.
- Sensor de nivel de iluminación con la sensibilidad espectral del ojo humano.
- 6 canales de detección de presencia.
- 2 canales de regulación constante de luz.
- Detección de ocupación
- 10 funciones lógicas
- Salvado de datos completo en caso de fallo de bus KNX.
- Montaje empotrado en falso techo

Este dispositivo necesita una tensión para funcionar de 29 VDC al igual de todos los dispositivos del sistema KNX, además tendrá un consumo máximo de 4 mA.

5.2.4. DISTRIBUCIÓN Y DIRECCIONAMIENTO FÍSICAS DE LOS COMPONENTES

La distribución de nuestro sistema domótico será mayormente centralizada, lo que significa que la mayoría de los actuadores y salidas de la domótica estarán localizados en el cuadro general de mando. Por otro lado, sí que tendremos distribuidos ciertos dispositivos en los cuadros de registro, normalmente situados en los falsos techos de los baños. Ahí encontraremos las fuentes de alimentación de los Led's y las pastillas binarias necesarias para hacer funcionar los pulsadores.

A los diferentes sensores y dispositivos de entrada como son las botoneras sol deberemos de llevar el bus KNX hasta ellos.

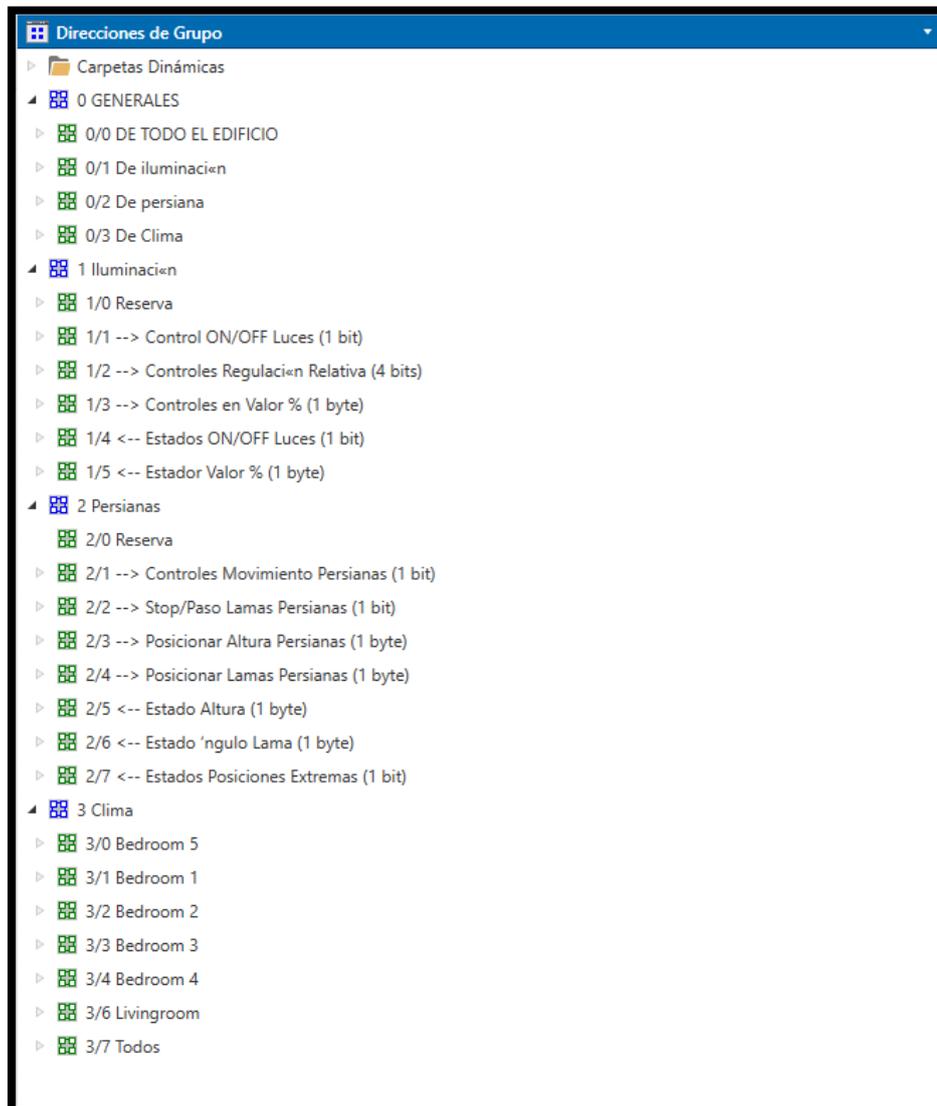
La programación del sistema domótico para nuestra instalación a pesar de no ser extremadamente completa sí que es bastante laboriosa y complicada de realizar, por lo que vamos a intentar resumirlo, tratando de que los aspectos principales de la programación queden lo más claro posible.

Primero vamos a enumerar todos los dispositivos que contiene la Linea1, la única que hay. En esta tabla vamos a recoger la dirección de cada dispositivo domótico, donde se encuentra, su referencia y su última versión de programación.

Dispositivos				
Dirección	Nombre	Estancia	Referencia	Programa de Aplicación
1.1.1	MAXinBOX 24	Cuadro	ZIO-MB24	MAXinBOX 24 1.4
1.1.2	MAXinBOX 24 Fancoils	Cuadro	ZIO-MB24	MAXinBOX 24 1.4
1.1.3	Switch actuator REG-K/8x230/16 manual mode	Cuadro	6478 92	Switch Logic Prio.
1.1.4	Switch actuator REG-K/8x230/16	Cuadro	6478 93	Switch Logic Prio.
1.1.5	Switch actuator REG-K/8x230/16	Cuadro	6478 93	Switch Logic Prio,
1.1.6	Switch actuator REG-K/12x230/10 with manu	Cuadro	MTN649212	Switch Logic Prio.
1.1.7	Flat 55 X4	Hab 5	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.8	Flat 55 X4	Hab5	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.9	Flat 55 X4	Hab1	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.10	Flat 55 X4	Hab1	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.11	Flat 55 X4	Hab2	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.12	Flat 55 X4	Hab2	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.13	Flat 55 X4	Hab3	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.14	Flat 55 X4	Hab3	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.15	Flat 55 X4	Hab4	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.16	Flat 55 X4	Hab4	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.17	Flat Display	Hab5	ZVI-FD	Flat Display 2.3
1.1.18	Flat Display	Hab1	ZVI-FD	Flat Display 2.3
1.1.19	Flat Display	Hab2	ZVI-FD	Flat Display 2.3
1.1.20	Flat Display	Hab3	ZVI-FD	Flat Display 2.3
1.1.21	Flat Display	Hab4	ZVI-FD	Flat Display 2.3
1.1.22	Flat 4 v2	Hall	ZVIF4V2	Flat 4 v2 1.5
1.1.23	Flat 55 X4	Salon	ZVI-F55X4	Flat 55 X4 1.4
1.1.24	Flat 55 X4	Salon	ZVI-F55X5	Flat 55 X4 1.4
1.1.25	Interface de pulsador	Hab 5 Baño	6707 90	On-Off- conmut/Reg/Pers/Valor/Cicl
1.1.26	Flat Display	Hall	ZVI-FD	Flat Display 2.3
1.1.27	Interface de pulsador	Baño Despensa	6707 90	On-Off- conmut/Reg/Pers/Valor/Cicl
1.1.28	RailQUAD 8	Hab 2- Noreste	ZIO- RQUAD8	RailQUAD 8 1.5
1.1.29	MAXinBOX 66 v2	Zona Tecnica	ZIOMB66V2	MAXinBOX 66 v2 1.2
1.1.30	RailQUAD 8	Zona Tecnica	ZIO- RQUAD8	RailQUAD 8 1.5
1.1.31	MINiBOX 20	Zona Tecnica	ZIO-MN20	MINiBOX 20 1.3

Una vez que hemos asignado cada dispositivo a una dirección física podemos comenzar con la parte de programación, asignando a cada dispositivo las correspondientes direcciones de grupo para que cada entrada en el sistema se corresponda con la salida adecuada.

Empezaremos explicando la estructura de los grupos que se ha utilizado para poder optimizar al máximo la programación del ETS, en donde tiene gran importancia la estructura con la que nombraremos y asignaremos cada dispositivo.



Mediante esta estructura podemos definir que cada dirección se encargue de transmitir los datos adecuados a la dirección física asociada, y esto será diferente para cada tipo de dispositivo de la instalación, como es la iluminación, las persianas y el clima. Además, también tenemos creado el grupo 0, el cuál lo utilizaremos para cosas generales.

- **Generales:** En este grupo se suelen asignar las direcciones de grupo para poder realizar escenas, es decir, mediante este grupo general podemos hacer que diferentes encendidos se activen o desactiven a la vez mediante un mismo botón, encendidos que de manera

normal estarían asignados a una misma dirección de grupo, y esto es aplicable tanto a iluminación como a persianas y clima.

- **Iluminación:** Dentro de iluminación tendremos asociado a cada grupo una acción que se enviará al dispositivo encargado de generar una acción. Todas las direcciones de grupo que empiecen por 1/1/X se estará transmitiendo la acción que quiere que haga el actuador, donde si manda un 0 el relé estará abierto y si manda un 1 el relé se cerrará. Las direcciones 1/2/X serán usadas para las luces regulables o dimmeables las cuales necesitan poder regularse por porcentajes (0%, 33%, 66% y 100%). La dirección 1/3/X está para poder aumentar o disminuir gradualmente el porcentaje de iluminación. La dirección 1/4/X es muy importante, ya que con esta dirección se envía el estado del encendido, esto es necesario debido a que un mismo encendido posiblemente se encenderá o apagará desde diferentes puntos. Por último, tenemos la dirección 1/5/X que se utilizará para transmitir el estado del porcentaje de iluminación.

Como anotación diremos que para un sistema en el que no tengamos luces dimmeables bastará con enviar la dirección 1/1/X y la 1/4/X. Además, para iluminación cada encendido solo necesitará una salida del actuador a diferencia de las persianas o el clima, por lo que con un MaxinBox 24 podremos realizar 24 encendidos diferentes.

Dispositivo 1.1.1 MAXinBOX 24				
Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de Grupo	Longitud
[O1] On/Off	N.O. (0=Open Relay; 1=Close Relay)	ON/OFF Luz 1	1/1/1	1 bit
[O1] On/Off (Status)	0=Output Off; 1=Output On	Estado ON/OFF Luz 1	1/4/2	1 bit
[O2] On/Off	N.O. (0=Open Relay; 1=Close Relay)	ON/OFF Luz 2	1/1/2	1 bit
[O2] On/Off (Status)	0=Output Off; 1=Output On	Estado ON/OFF Luz 2	1/4/2	1 bit
[O3] On/Off	N.O. (0=Open Relay; 1=Close Relay)	ON/OFF Luz 3	1/1/2, 1/0/13, 1/0/14	1 bit
[O3] On/Off (Status)	0=Output Off; 1=Output On	Estado ON/OFF Luz 3	1/4/3	1 bit
[O4] On/Off	N.O. (0=Open Relay; 1=Close Relay)	ON/OFF Luz 4	1/1/2, 1/0/13, 1/0/14	1 bit
[O4] On/Off (Status)	0=Output Off; 1=Output On	Estado ON/OFF Luz 4	1/4/4	1 bit
[O5] On/Off	N.O. (0=Open Relay; 1=Close Relay)	ON/OFF Luz 5	1/1/2, 1/0/17, 1/0/18	1 bit
[O5] On/Off (Status)	0=Output Off; 1=Output On	Estado ON/OFF Luz 5	1/4/5	1 bit
[O6] On/Off	N.O. (0=Open Relay; 1=Close Relay)	ON/OFF Luz 6	1/1/2, 1/0/17, 1/0/18	1 bit
[O6] On/Off (Status)	0=Output Off; 1=Output On	Estado ON/OFF Luz 6	1/4/6	1 bit

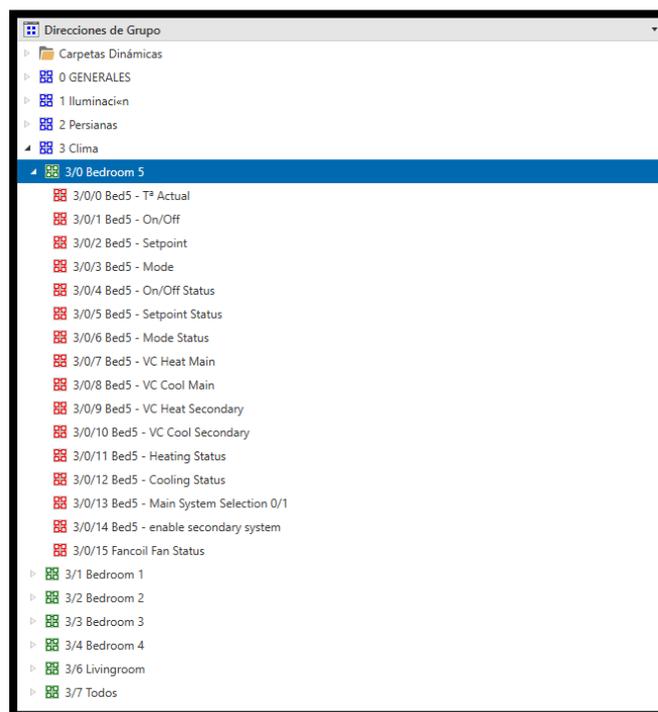
Esta Tabla continuaría hasta completar las 24 salidas del MaxinBox 24 y sería también igual para los demás MaxinBox que controlen encendidos.

- **Persianas:** En nuestra instalación no tenemos persianas ni estores regulables o conectado a la domótica, pero creemos conveniente hacer hincapié en este punto ya que este tipo de acciones es usado regularmente en instalaciones domóticas.

Lo primero será aclarar que a diferencia de la iluminación las persianas necesitan dos relés para poder controlarlas. Dentro de persianas tendremos asociado a cada grupo una acción, que se enviará al dispositivo encargado de generar una acción. Todas las direcciones de grupo que empiecen por 2/1/X se estará transmitiendo la acción que quiere que haga el actuador, donde si manda un 0 actuará el relé encargado de bajar la persiana y si manda un 1 actuará el relé encargado de subir la persiana, por ello los actuadores de persianas son diferentes a los de iluminación, aunque siguen siendo relés. Las direcciones 2/2/X serán usadas para parar el movimiento de las persianas. La dirección 2/3/X está para poder variar porcentualmente el nivel de las persianas y por tanto posicionar la altura de las persianas. La dirección 2/4/X se emplea para el caso de que la persiana o el estor tenga unas lamas regulables. Por último, tenemos las direcciones encargadas de mandar el estado de la persiana, es decir, su altura y también el ángulo de las lamas, estas direcciones son respectivamente la 2/5/X y la 2/6/X.

- **Clima:** La parte del control de clima sea posiblemente una de las más difíciles en toda instalación domótica, ya que será necesario interpretar una gran cantidad de datos provenientes de diferentes sensores, además estos datos deberán de generar las señales adecuadas cerrando o abriendo electroválvulas o variando el funcionamiento de la máquina del clima.

Aunque sea necesario una programación mediante KNX para el clima también tendremos que instalar un Wiser mediante el cual elaboraremos las lógicas de funcionamiento y visualizaremos el funcionamiento del sistema.



Como podemos ver a la hora de programar el clima la asociación de las direcciones de grupo es diferente, así como su planteamiento.

Para nuestra instalación lo que se ha hecho es dividir cada zona o habitación donde encontremos un termostato. Estas zonas serán cada una de las cinco habitaciones y el hall o livingroom como tenemos anotado.

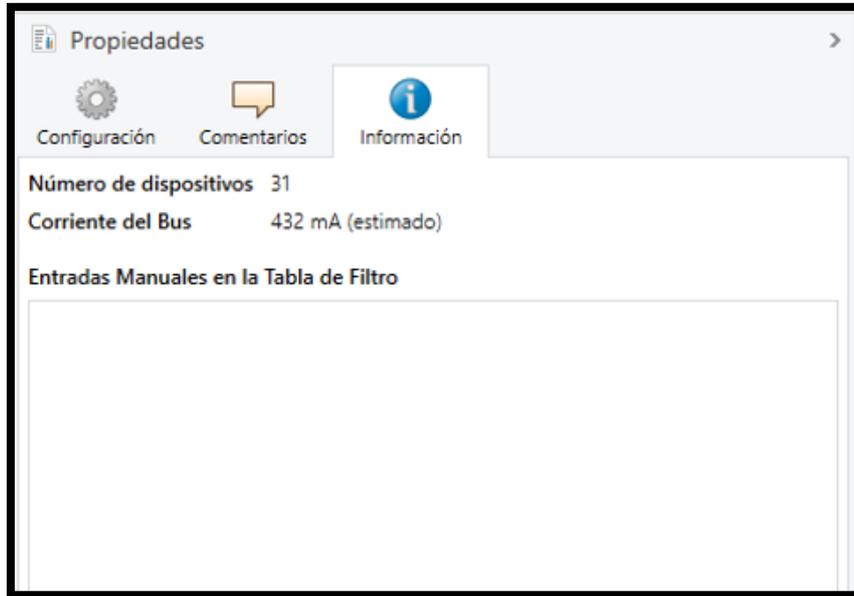
La particularidad de nuestro sistema recae en que el suelo de la planta de abajo es un suelo radiante y además en todas las estancias de esta planta también tenemos fan coils por lo que la programación es algo compleja.

En la imagen que tenemos podemos ver como la primera dirección de grupo es 3/0/0 esta nomenclatura se compone del primer término el cuál se corresponde con el clima, el segundo número hace referencia a la habitación que se va a regular y por último el tercer número lo utilizamos para saber que función tiene cada dirección.

- 3/X/0: Se corresponde con la medición de la temperatura de la estancia, medida por el termostato
- 3/X/1: Dirección encargada de encender o no el termostato de la estancia
- 3/X/2: En esta dirección se recogerá el valor de la temperatura de consigna que se haya indicado en el termostato.
- 3/X/3: Aquí se recibirá el modo de funcionamiento, el cual puede ser frio o calor ya que dependiendo de este modo de funcionamiento las siguientes direcciones de grupo puede hacer una cosa u otra.
- Las direcciones de grupo 3/X/4, 3/X/5 y 3/X/6 se corresponden al estado de las tres direcciones de grupo anteriores.
- 3/X/7: Esta dirección de grupo solo se usará cuando el modo elegido sea en calor, y será la encargada de abrir o cerrar las electroválvulas que controle el termostato. La regulación se hará mediante un control PID y por una modulación PWM, aunque todo esto se programará mediante el Wiser ya que son lógicas más complejas
- 3/X/8: Al contrario que la dirección de grupo anterior esta solo será válida cuando estemos en el modo frio y se encargará de poner en marcha los ventiladores de los fan coils de las diferentes zonas. Los ventiladores tienen tres velocidades las cuales se activarán en función de la histéresis que haya entre la temperatura de consigna y la temperatura de la habitación.
- 3/X/9: Solo cuando este en el modo calor y haya una diferencia de temperatura de más de dos grados entre la de consigna y la medida por el termostato se activará los ventiladores de los fan coils para que la temperatura suba más rápidamente. En el caso del piso de arriba donde no hay suelo radiante esta acción se hará con la dirección de grupo 3/x/7.
- 3/X/10: Esta dirección de grupo no se utilizará por lo menos en nuestra instalación, ya que serviría para activar las electroválvulas de la zona del suelo radiante en modo frio, lo cual debido a nuestra climatología y a la condensación que esto produciría no se empleará.
- Las direcciones de grupo 3/X/11, 3/X/12 y 3/X/15 son las encargadas de transmitir el estado de las direcciones de grupo anteriores y el estado del fan coil.
- La dirección 3/X/13 nos da la opción de poder cambiar el sistema primario por el secundario, es decir invertir el orden. Si de normal en modo calor el sistema primario es el suelo radiante y el secundario los fan coils con esta dirección de grupo podríamos decirle que sea al revés.

Por último, en la configuración del clima en la dirección de grupo 3/X/14 podemos deshabilitar los sistemas secundarios que según el modo sería o los fan coils o el suelo radiante.

Como puntualización en el ETS podemos ver la cantidad de dispositivos que tenemos conectados a nuestro sistema, así como la cantidad de corriente que el bus de KNX necesitará para alimentarlos a todos ellos. Como vemos en la siguiente imagen de forma estimada el ETS nos dice que tenemos 31 dispositivos y que necesitará una corriente de 432 mA por lo que con la fuente de alimentación de 640 mA que hemos instalado tendremos suficiente.



5.3. ANEXO

Info
Restablecer
Desprogramar
Imprimir

Buscar

Dirección	Nombre	Estancia	Dir	Prg	Par	Grp	Cfg	Número de Pedido	Producto	Programa de Aplicación
t1.1.1	MAXinBOX 24		✓	✓	✓	✓	✓	ZIO-M824	MAXinBOX 24	MAXinBOX 24 1.4
t1.1.2	MAXinBOX 24 Fancoils		✓	✓	✓	✓	✓	ZIO-M824	MAXinBOX 24	MAXinBOX 24 1.4
t1.1.3	Switch actuador REG-K/8x230/16 manual mode		✓	✓	✓	✓	✓	6478 92	Switch actuador REG-K/8x230/16 manual mode	Switch.Logic.Prio.Disable.Time.Stairc.Central.4413/1.0
t1.1.4	Switch actuador REG-K/8x230/16		✓	✓	✓	✓	✓	6478 93	Switch actuador REG-K/8x230/16	Switch.Logic.Time.Scene.Dis.Prio.Init.4808/2.1
t1.1.5	Switch actuador REG-K/8x230/16		✓	✓	✓	✓	✓	6478 93	Switch actuador REG-K/8x230/16	Switch.Logic.Time.Scene.Dis.Prio.Init.4808/2.1
t1.1.6	Switch actuador REG-K/12x230/10 with manual mode		✓	✓	✓	✓	✓	MTN649212	Switch actuador REG-K/12x230/10 with manual mode	Switch.Logic.Timer.Scene.Dis.Prio.Init.4820/1.1
t1.1.7	Flat 55 X4	Hab5	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.8	Flat 55 X4	Hab5	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.9	Flat 55 X4	Hab1 - SurEste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.10	Flat 55 X4	Hab1 - SurEste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.11	Flat 55 X4	Hab2 - Noreste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.12	Flat 55 X4	Hab2 - Noreste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.13	Flat 55 X4	Hab3 - Suroeste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.14	Flat 55 X4	Hab3 - Suroeste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.15	Flat 55 X4	Hab4 - Noroeste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.16	Flat 55 X4	Hab4 - Noroeste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.17	Flat Display	Hab5	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-FD	Flat Display	Flat Display 2.3
t1.1.18	Flat Display	Hab1 - SurEste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-FD	Flat Display	Flat Display 2.3
t1.1.19	Flat Display	Hab2 - Noreste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-FD	Flat Display	Flat Display 2.3
t1.1.20	Flat Display	Hab3 - Suroeste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-FD	Flat Display	Flat Display 2.3
t1.1.21	Flat Display	Hab4 - Noroeste	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-FD	Flat Display	Flat Display 2.3
t1.1.22	Flat 4 v2	Hall	✓	✓	✓	✓	✓	ZVIF4V2	Flat 4 v2	Flat 4 v2 1.5
t1.1.23	Flat 55 X4	Salon	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.24	Flat 55 X4	Salon	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-F55X4	Flat 55 X4	Flat 55 X4 1.4
t1.1.25	Interface de pulsador Baño	Hab5	✓	✓	✓	✓	✓	6707 90	Interface de pulsador UP 2.0	On-Off-conmut/Reg/Pers/Valor/Cicl.122C/2.0
t1.1.26	Flat Display	Hall	✓	✓	✓	✓	✓	ZVI-FD	Flat Display	Flat Display 2.3
t1.1.27	Interface de pulsador Baño	Dispensa	✓	✓	✓	✓	✓	6707 90	Interface de pulsador UP 2.0	On-Off-conmut/Reg/Pers/Valor/Cicl.122C/2.0
t1.1.28	RaiQUAD 8	Hab2 - Noreste	✓	✓	✓	✓	✓	ZIO-RQUAD8	RaiQUAD 8	RaiQUAD 8 1.5
t1.1.29	MAXinBOX 66 v2	Zona Tecnica	✓	✓	✓	✓	✓	ZIO-M866V2	MAXinBOX 66 v2	MAXinBOX 66 v2 1.2
t1.1.30	RaiQUAD 8	Zona Tecnica	✓	✓	✓	✓	✓	ZIO-RQUAD8	RaiQUAD 8	RaiQUAD 8 1.5
t1.1.31	MINIBOX 20	Zona Tecnica	✓	✓	✓	✓	✓	ZIO-MN20	MINIBOX 20	MINIBOX 20 1.3

Propiedades

Configuración Comentarios Información

Número de dispositivos 31

Corriente del Bus 432 mA (estimado)

Entradas Manuales en la Tabla de Filtro

Desde Hasta

Añadir

Eliminar

Buscar y Reemplazar

Entornos de Trabajo

Tareas Pendientes

Operaciones Pendientes

Historial para Deshacer