

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



"INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE
AUTOCONSUMO DE UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR"

TRABAJO FIN DE GRADO

Diciembre -2020

AUTOR: Jesús Serrano Martínez

DIRECTOR/ES: Manuel Vicente Gascó González

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar y como no podía ser de otra forma, he de agradecer a mi madre y a mi padre por darme la oportunidad de llegar a la universidad, inculcándome unos valores y una educación que siempre seguiré. Gracias por tener tanta paciencia conmigo, se perfectamente que no soy precisamente un angelito, y por eso en muchas ocasiones he dicho para mí mismo, “habiéndome aguantado tanto tiempo, tienen el cielo ganado”. Además, me gustaría darle las gracias a mi tutor Manuel Vicente Gascó González, por su valiosa ayuda a pesar de necesitar de ella en esta época tan excepcional debida a la pandemia que sufrimos.



RESUMEN

El trabajo de fin de grado consistirá en realizar un proyecto de una instalación eléctrica y de autoconsumo para una vivienda unifamiliar, dicho diseño parte de la acometida, incluyéndose esta. Se realizará la correspondiente previsión de potencia, se diseñarán los circuitos interiores y la instalación fotovoltaica. En la memoria del proyecto, se incluyen dos apartados en los que se pretende estudiar dos temáticas muy interesantes de cara al futuro, Smart Grids y domótica.

ABSTRACT

The Final Degree Project Will consist of carrying out a Project of an electrical and self-consumption installation for a single-family home. This will provide a forecast of power for the subsequent design of the interior circuits. Also will include the design of the photovoltaic installation.

PALABRAS CLAVE

Instalación eléctrica, panel solar, fotovoltaica, autoconsumo, vivienda, proyecto.

KEY WORDS

Electrical installation, solar panel, photovoltaic, self-consumption, house, project.



INDICE GENERAL

MEMORIA.....	9
PLANOS.....	63
PLIEGO DE CONDICIONES	73
PRESUPUESTO.....	85
ANEJOS	103



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del inmueble. Vista a través de Google Maps	13
Figura 2. Curvas de demanda real, prevista y potencia programada [5]	17
Figura 3. Estructura red eléctrica común	19
Figura 4. Funcionamiento sistema domiciliario fotovoltaico	20
Figura 5. Campos de actuación de la domótica	28
Figura 6. Sistema centralizado	30
Figura 7. Sistema descentralizado	30
Figura 8. Sistema distribuido	31
Figura 27. Fuentes de energía renovable	36
Figura 28. Célula solar	37
Figura 29. Módulo fotovoltaico	38
Figura 30. Instalación fotovoltaica aislada.	39
Figura 31. Instalación fotovoltaica conectada a red.	39
Figura 32. Tejado vivienda	41
Figura 33. Zona para los módulos fotovoltaicos	42
Figura 34. Gráfica consumo anual	43
Figura 35. Consumo invierno	44
Figura 36. Consumo verano	45
Figura 37. Irradiancia invierno	46
Figura 38. Irradiancia verano	47
Figura 39. Comparativa consumo generación	49
Figura 40. Media generación por hora anual	49
Figura 41. Media consumo por hora anual	49
Figura 42. Panel solar Jinko	50
Figura 43. Inversor Huawei	51
Figura 44. Balance energético	52
Figura 45. Ecuación VAN	60
Figura 12. Ejemplo de caja general de protección	108
Figura 13. Foco Downlight LED salón	115
Figura 14. Panel LED dormitorio	115
Figura 15. Foco downlight LED pasillo	115
Figura 16. Plafón LED cocina	116
Figura 17. Secom Nuva baños	116
Figura 18. EGLO 22463 exteriores	116
Figura 19. Toma de corriente de uso general	117
Figura 20. Toma de corriente para horno y cocina	117
Figura 21. TAURUS TALLIN 1200 W EMISOR TERMICO	119
Figura 22. Aerotermia LG Therma V High Temperature HN1610H.NK3	119
Figura 23. Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga	121
Figura 24. Cable H07Z1-K(AS)	122
Figura 25. Clasificación de los volúmenes	127
Figura 46. Irradiancia media diaria enero	136

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficies de las estancias	14
Tabla 2. Comparación red convencional y Smart Grid	20
Tabla 3. Consumo anual	42
Tabla 4. Consumos invierno - verano.....	44
Tabla 5. Irradiancia por hora	46
Tabla 6. Horas de autoconsumo	48
Tabla 7. Balance energético.....	52
Tabla 8. Datos para el estudio económico	54
Tabla 11. Parámetros análisis de viabilidad	62
Tabla 12. Normas UNE para CGP	108
Tabla 13. Diámetro de los tubos en función de los conductores	110
Tabla 14. Cajas normalizadas.....	111
Tabla 15. Circuitos interiores	114
Tabla 16. Ficha técnica Aerotermia.....	120
Tabla 17. Sección mínima conductores de protección	122
Tabla 18. Cableado según circuitos interiores.....	123
Tabla 19. Previsión de potencias	133
Tabla 20. Características de los circuitos interiores	134
Tabla 21. Producción por panel.....	137
Tabla 22. Coeficiente K2.....	139
Tabla 23. Valores del inversor.....	141
Tabla 24. Cálculos según la temperatura del panel.	143
Tabla 25. Niveles de riesgo	149

MEMORIA



INDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO	12
1.2. ALCANCE DEL PROYECTO	12
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	13
1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA.....	13
1.5. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	14
1.6. DOCUMENTOS DEL PROYECTO	15
2. SMART GRIDS	16
2.1. DEFINICIÓN DE SMART GRID	16
2.2. FUNCIONALIDAD DE LAS REDES INTELIGENTES	17
2.3. HISTORIA Y EVOLUCIÓN	18
2.4. COMPARACIÓN RED CONVENCIONAL Y SMART GRID	20
2.5. CARACTERÍSTICAS Y ASPECTOS CLAVE.....	22
2.6. PRINCIPALES VENTAJAS.....	23
2.7. INCONVENIENTES Y BARRERAS	25
3. DOMÓTICA.....	27
3.1. CONCEPTO DE DOMÓTICA	27
3.2. CAMPOS DE ACTUACIÓN.....	27
3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS.....	29
3.3.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TOPOLOGÍA	29
3.3.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU MEDIO DE TRANSMISIÓN.....	31
3.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	32
4. DISEÑO INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	35
4.1. OBJETO	35
4.2. ALCANCE	35
4.3. PROGRAMAS UTILIZADOS	35
4.4. PREVISIÓN DE CARGAS.....	35
5. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	36
5.1. ENERGÍAS RENOVABLES	36
5.2. LA ENERGÍA SOLAR	37

5.3. LA CÉLULA SOLAR	37
5.4. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	38
5.5. ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	40
5.6. VENTAJAS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	40
6. DISEÑO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	41
6.1. OBJETO	41
6.2. ESTUDIO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	42
6.3. ESTUDIO DE LA IRRADIANCIA	45
6.4. ANÁLISIS ENERGIA AUTOCONSUMIDA	47
6.5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	50
6.5.1. CAMPO SOLAR.....	50
6.5.2. INVERSOR	51
6.6. BALANCE ENERGÉTICO	52
7. ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD.....	53
7.1. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	53
7.2. SUPUESTO 1: COMPENSACIÓN SIMPLIFICADA	55
7.3. SUPUESTO 2: SIN COMPENSACIÓN SIMPLIFICADA.....	58
7.4. INDICADORES DE VIABILIDAD	60
7.4.1 VALOR ACTUAL NETO	60
7.4.2. TASA INTERNA DE RETORNO.....	61
7.4.3. ANÁLISIS PAY-BACK	61
7.4.4. CONCLUSIÓN VIABILIDAD.....	62

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El fin por el que se desarrolla este proyecto es diseñar y calcular una instalación eléctrica, la cual cuenta con una instalación fotovoltaica de autoconsumo, de una vivienda unifamiliar en la localidad de Minaya, Albacete, para su puesta en marcha y funcionamiento.

El proyecto se inicia en el cálculo de la acometida, puesto que se trata de una vivienda aislada, sin centralización de contadores previa. Se diseñarán los circuitos interiores de la vivienda, así como la instalación fotovoltaica.

En la memoria, se incluyen dos puntos en los que se ha recopilado información sobre las Smart Grids y sobre domótica respectivamente, ya que estas dos facetas son de vital importancia si miramos cara al futuro cercano o la importancia de hacer instalaciones cada vez más eficientes.

1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

En este proyecto se pretende diseñar la instalación eléctrica de una vivienda unifamiliar, así como su respectiva instalación de generación de energía renovable.

Para el diseño de la vivienda se realizará:

- Diseño del plano de la planta.
- Distribución de las estancias del inmueble.
- Distribución del mobiliario de la vivienda.

Para el diseño de la instalación eléctrica se realizará:

- Cálculo de la previsión de potencias de la vivienda.
- Diseño de los distintos circuitos interiores.
- Cálculo de la acometida y LGA.
- Cálculo de las distintas secciones de los cables a emplear.

- Distribución de los diferentes elementos eléctricos y de climatización.
- Dimensionamiento de la instalación de autoconsumo.
- Cálculo de la viabilidad de dicha instalación.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es mostrar los conocimientos adquiridos durante el grado de Ingeniería Electrónica y Automática Industrial. Con este trabajo se pretende arraigar conceptos de electricidad, así como ampliar conocimientos sobre planos. Además, introducirme en la domótica y las Smart Grids me parecía necesario, pues son dos temas de los cuales se va a hablar mucho en los años venideros.

1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

El inmueble se describe como; vivienda unifamiliar, situada en Castilla-La Mancha, más concretamente en la calle Cerezo número 55 en la localidad de Minaya, Albacete. En la Figura 1 podemos ver una imagen en vista satélite de la ubicación.

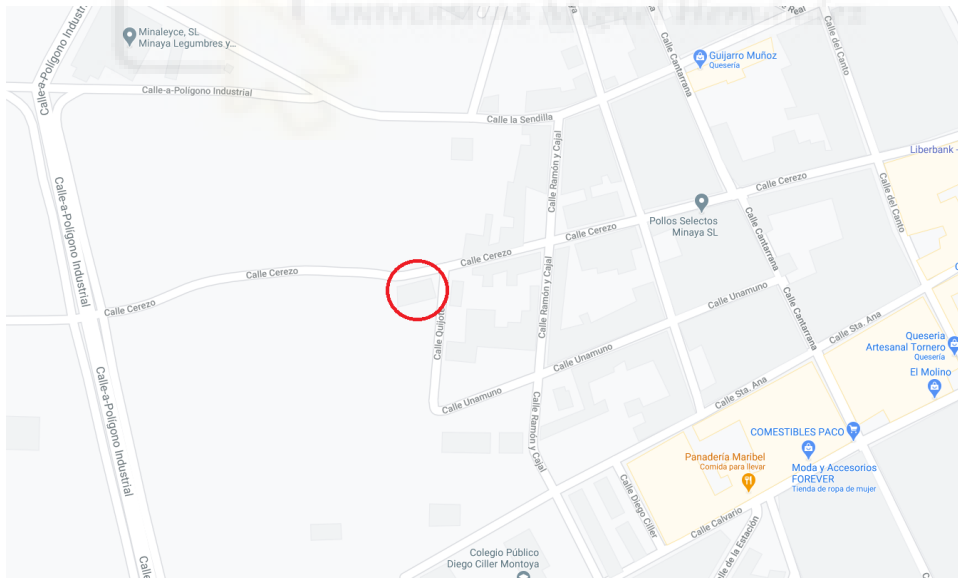


Figura 1. Localización del inmueble. Vista a través de Google Maps

La vivienda consta de 13 estancias, dos garajes, dos patios interiores, una galería, tres dormitorios, dos baños, un pasillo, una cocina, un salón y un patio exterior.

En la Tabla 1 podemos observar las superficies de las diferentes estancias del inmueble, así como la superficie total del área:

Tabla 1. Superficies de las estancias

Estancia	Superficie (m²)
Dormitorio 1	16
Dormitorio 2	15
Dormitorio 3	16,1
Baño 1	4,3
Baño 2	4,5
Cocina	22
Pasillo	16,1
Galería	5,7
Salón	33
Garaje 1	24,3
Garaje 2	24,3
Patio exterior 1	44,3
Patio exterior 2	36,7
Patio interior	32,1
Superficie útil total	294.4
Superficie total	335.9

1.5. LEGISLACIÓN APLICABLE

En el diseño y configuración del presente proyecto se han tenido en cuenta todas las normas contenidas en la siguiente lista y aquellas que las impliquen:

- Normas UNE aplicables.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en el BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC-BT).
- Código Técnico de la Edificación y los correspondientes documentos básicos.
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

1.6. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Los diferentes documentos que componen este proyecto son:

- DOCUMENTO N°1: MEMORIA
- DOCUMENTO N°2: PLANOS
- DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO
- ANEJOS

En caso de posibles discrepancias entre el orden de prioridad entre los documentos básicos del proyecto, se deberá regir según se indica en la norma UNE 157001:2002, es decir:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria y anejos

2. SMART GRIDS

En este apartado vamos a ver las principales facetas que ofrecen las Smart Grids, así como qué son y que pueden ofrecernos.

2.1. DEFINICIÓN DE SMART GRID

La red eléctrica que todos conocemos fue construida con el fin de cumplir una serie de objetivos y mediante una cadena lineal unidireccional desembocar en el consumo, generación, transporte, distribución y consumo, todas ellas sometidas a un riguroso control para preservar la confianza, eficiencia y estabilidad necesaria. Pero, a pesar de todo ello, actualmente la red eléctrica se enfrenta a una serie de nuevos retos que no se plantearon cuando esta fue diseñada, como por ejemplo la necesidad de basar la generación de la energía eléctrica en fuentes renovables, la gran variedad de necesidades que han surgido entre los clientes, grandes cargas que en un principio no se tuvieron en cuenta, como los vehículos eléctricos o la continua necesidad de actualizar la tecnología constantemente debido a las innovaciones que surgen en ella [1].

Para solventar esta nueva problemática se propone integrar un sistema en el que se combinen electricidad y comunicaciones, y que además esté regido por técnicas de medida en tiempo real por lo que de esta forma es posible un control detallado del estado de toda la red en todo momento. Este sistema recibe el nombre de red eléctrica inteligente, Smart Grid, y su misión inmediata es dotar al sistema eléctrico la capacidad de responder de forma óptima y eficiente ante cualquier tipo de demanda, manejando la distribución como si se tratara de un organismo real e inteligente [2]. La definición de Smart Grid según Red Eléctrica de España es *“aquella que puede integrar de forma eficiente el comportamiento y las acciones de todos los usuarios conectados a ella, de tal forma que se asegure un sistema energético sostenible y eficiente, con bajas pérdidas y altos niveles de calidad y seguridad de suministro”*[3].

Por otro lado, según el Departamento de Energía de los EE. UU. una Smart Grid es aquella que cumple 7 características [4]:

- Participación activa de los consumidores.
- Manejar todas las posibilidades de generación y almacenamiento.
- Manejar nuevos productos, servicios y modelos de mercado.

- Calidad en el suministro.
- Operar eficientemente y optimizar los activos disponibles.
- Autocorregir sobre la marcha cualquier fallo del sistema.
- Funcionar con entereza en los desastres, tanto naturales como hechos por el hombre.

2.2. FUNCIONALIDAD DE LAS REDES INTELIGENTES

Parece ser que existe un camino claro hacia el futuro inmediato, y que este va de la mano de las Smart Grids, ya sea porque veremos atractivas las posibilidades que estas ofrecen, o bien porque nuestro sistema actual se quedará obsoleto. Una de las principales funciones de estas redes inteligentes es gestionar los picos de demanda, como podemos ver en la Figura 2 el consumo diario no es uniforme, desplazando el consumo en esas horas pico a horas valle, donde la electricidad es más barata y la red está totalmente liberada de cualquier tipo de saturación, reportando en tarifas más baratas para los clientes y en un mejor funcionamiento de la propia red.



Figura 2. Curvas de demanda real, prevista y potencia programada [5]

Además de esta función las Smart Grid pueden ofrecernos muchas más cualidades, entre las que destacan [1]:

- Control sobre posibles incertidumbres que pudieran surgir en las diferentes franjas horarias.
- Eliminación gradual de la generación por medio de combustibles fósiles y con ello la integración de las energías renovables.
- Detección de fallos en la red con gran facilidad gracias a la gestión digital.
- Tarifas de consumo ajustadas a las necesidades de cada usuario.
- Optimización en la transferencia y en la distribución, satisfaciendo la demanda con la mayor calidad y seguridad posible.
- Manejar y solventar sucesos que no estaban previstos en la planificación de la manera más eficaz.

En resumidas cuentas, una Smart Grid busca de forma general ofrecer un suministro seguro y de calidad, un sistema energético sostenible y eficiente todo ello en un sistema de alto nivel de automatización, optimización y eficiencia [4].

2.3. HISTORIA Y EVOLUCIÓN

La red eléctrica, la cual nació en la Revolución Industrial, evolucionó pasando de ser un sistema que suministraba energía a zonas concretas para convertirse en una gran red de generación y distribución que dota de energía a gran número de áreas. Fue gracias a Thomas Alva Edison y sus investigaciones que las grandes eléctricas pudieran comenzar con la generación centralizada, distribución y la gestión de toda esta red. Sin embargo, lo que actualmente conocemos como nuestro modelo de red eléctrica, se lo debemos a Nikola Tesla, ya que gracias a sus avances en la ciencia de la inducción magnética es posible el sistema actual de generación, transmisión a alta tensión y la distribución en media y baja tensión (Figura 3) [6].

La red eléctrica convencional requiere de plantas de tamaño considerable debido sencillamente a que la electricidad a nivel industrial se debe consumir en el momento en el que es generada, no se puede almacenar, y por ello, para solventar los picos de consumo, la planta generadora debe tener una capacidad de generación muy superior [6].

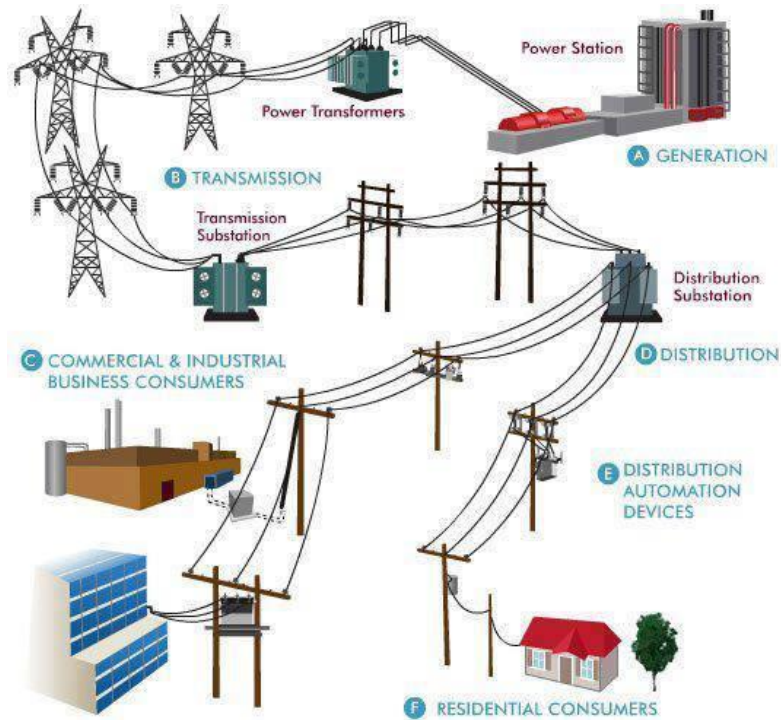


Figura 3. Estructura red eléctrica común

Dichas plantas están alejadas de la población y de los centros de consumo, por ello la energía se ha de transportar varios kilómetros antes de su consumo, en este transporte se pierde una cantidad significativa de electricidad. Este, a muy grandes rasgos, es el sistema eléctrico convencional, que en la actualidad está sufriendo una transformación debido al auge de la generación distribuida, basada en pequeños centros de generación ubicados cerca de donde se produce el consumo eléctrico.

Un ejemplo de esta generación distribuida es el autoconsumo, si un usuario tiene una instalación de paneles fotovoltaicos el propietario puede consumir la energía que estos generen sin que esta sea inyectada en la red eléctrica, así mismo también puede volcar a la red la energía excedente, recibiendo compensaciones económicas.

La ley 20.571 (Figura 4), y su modificación, la ley 21.118 “es la ley que regula el funcionamiento de equipos de generación eléctrica que trabajan en base a energías renovables no convencionales, presentando un derecho para los dueños de estos equipos de inyectar energía a la red de la distribuidora eléctrica” [7].



Figura 4. Funcionamiento sistema domiciliario fotovoltaico

2.4. COMPARACIÓN RED CONVENCIONAL Y SMART GRID

Parece clara la necesidad de actualizar nuestra red eléctrica convencional para adaptarnos a las cargas y requisitos que nuestra sociedad, cada vez más, impone. A continuación, se presenta en forma de tabla una serie de características y se expone como se sitúa dicha característica por un lado en la red eléctrica convencional y por otro como lo hace en una Smart Grid [1, 6].

Tabla 2. Comparación red convencional y Smart Grid

Características	Red Eléctrica convencional	Smart Grid
Participación del usuario	Los usuarios no están informados y están apartados de la actividad de generación.	Usuarios informados. Participan en la generación entregando el exceso de energía.

Generación y almacenamiento	Dominado por la generación centralizada. Numerosas trabas para interconectar diferentes generaciones distribuidas.	Numerosos dispositivos que complementan a las grandes centrales. Gran importancia de las energías renovables.
Nuevos productos, servicios y mercados	Los mercados de mayoristas están mal integrados. Muy limitadas las oportunidades para los consumidores.	Mercado mucho más consolidado. Mercados al por mayor bien integrados, crecimiento de los mercados para consumidores.
Calidad eléctrica	Principalmente enfocada a resolver cortes eléctricos. No resuelve problemas de calidad eléctrica como perturbaciones, ruido...	Ofrece diferentes tipos de tarifas basadas en la calidad eléctrica para adaptarse a los usuarios.
Optimización del transporte	Muchas pérdidas energéticas debidas a la antigüedad de los equipos y las grandes distancias.	Trabaja con menores distancias y por ello consta de menos pérdidas. Posibilidad de intercambios energéticos entre dispositivos.
Autoajuste	Si hay una falta, se centra en proteger los dispositivos.	Los fallos son detectados y reparados de forma automática. Centrado en la prevención de estos.
Seguridad física e informática	Vulnerable a desastres naturales y vandalismo. Capacidad de reacción lenta.	Seguro frente a ciberataques. Gran capacidad de restauración.

Automatización y control	Mala monitorización. Sistemas de control manuales.	Enorme instalación de sensores, medidores e implementación de AMI (infraestructura de medición avanzada)
Control de la demanda	Imposibilidad de gestionar la demanda, ya sea en una franja horaria u otra.	Es posible manejar la demanda ya que esta es producida en tiempo real.
Gestión de la información	La información que se recoge no es muy precisa y su utilidad es limitada.	Gran capacidad de recopilar información y gestionar la misma (desplazar picos de demanda a horas valle...).

2.5. CARACTERÍSTICAS Y ASPECTOS CLAVE

Las Smart Grids tienen unas características muy interesantes e innovadoras dentro del sector eléctrico. Estas redes inteligentes ofrecen gran variedad de opciones a la red eléctrica, como tarifas personalizadas para cada cliente, control del consumo realizado en tiempo real para de esta forma obtener un mayor ahorro energético, integración de las energías renovables...

A continuación, se exponen una serie de características y aspectos clave en los cuales se basan las Smart Grid [8, 9]:

- **Generación distribuida y flujo bidireccional:** Sin duda es una de las bases de lo que conocemos como red eléctrica inteligente, la generación ahora no es únicamente producida por las compañías, ahora los consumidores también pueden convertirse en proveedores, incorporando los excesos de energía que produzcan gracias a sus instalaciones de energías renovables.
- **La interacción del usuario:** En la red convencional, el usuario se limitaba a observar su demanda, pero con esta red inteligente, el mismo puede controlar el

consumo y obtener información sobre la cantidad de energía que produce y cual consume, todo ello a través de dispositivos como los contadores inteligentes. Además, el usuario y la compañía intercambian información en tiempo real, por ello en caso de avería la solución llegaría de forma muy rápida.

- **Seguridad:** La propia red eléctrica daría el aviso de que algo no funciona correctamente y la compañía encargada sería notificada instantáneamente, de esta forma se evita el proceso de que el cliente deba notificar el error a la compañía, siendo este un proceso más engorroso y lento. En muchos casos la propia Smart Grid sería capaz de detectar el error con anterioridad a que este se produzca, y así reconfigurarse para evitar que se produzca el fallo.
- **Eficiencia energética:** No hay duda de que la mejor forma de contaminar menos, reducir los costes y de tener menos pérdidas energéticas es trabajar con menos volumen de carga. Esta tecnología propone optimizar la cantidad de electricidad que llega a cada consumidor al máximo, ya que es posible el conocer exactamente la demanda que tiene cada usuario, es posible transportar la energía que se necesita, evitando así alimentar las líneas con más electricidad que la indispensable.
- **Fiabilidad:** La red eléctrica convencional tiene ya varios años, y con el tiempo las averías con cada vez más frecuentes y las infraestructuras constan de peores características generando así más pérdidas. Esto se evita con la tecnología de las Smart Grids y su sistema de comunicación en tiempo real, que permite ver que ocurre en cada tramo de línea en todo momento.
- **Energías renovables, sostenibilidad y vehículo eléctrico:** El mayor problema que tienen las energías renovables, e incluso la carga de vehículos eléctricos, es que son inciertas, no sabes con certeza cuanto producirán cada hora, ya que dependen de la meteorología, algo parecido ocurre con las cargas de los vehículos eléctricos y cuando los usuarios los pondrán a cargar. El sistema de comunicación en tiempo real es una muy buena solución a esta problemática [10].

2.6. PRINCIPALES VENTAJAS

Una vez conocemos las características y cualidades de las Smart Grid podemos exponer las principales ventajas de estas [6, 11]:

- Menor contaminación. Gracias a la eficiencia y a la generación basada en renovables se reduce notoriamente el CO2 producido.
- Cambiar la estructura basada en la generación centralizada para basarla en la generación distribuida. Esto repercutirá positivamente en el medio ambiente, liberará las redes de transporte y con ello se verán reducidas las pérdidas energéticas.
- Posibilidad del usuario con una instalación de energía renovable de volcar a la red sus excedentes energéticos, recibiendo compensaciones en su tarifa eléctrica.
- Renovación de las infraestructuras de la red eléctrica convencional que como bien sabemos está anticuada y en muchos casos deteriorada. La inversión que iría destinada a la reparación y/o sustitución de los equipos más antiguos, se realiza en la sustitución de esos equipos por tecnologías mucho más modernizadas, necesarias para las redes inteligentes.
- Constante control en tiempo real sobre el estado de la red al completo.
- Importante ahorro debido a la reducción de pérdidas producida por la menor distancia entre el punto de generación y el punto de consumo.
- Implementación de equipos de almacenamiento energético que ayudarían a estabilizar la curva de la demanda en horas punta.
- Gestión activa de la demanda. Gracias a la gran cantidad de información que recopila estas redes inteligentes, se obtendría una información mucho más detallada y precisa sobre el usuario.
- Incremento de la cantidad de usuarios involucrados en la producción de energía, de esta forma aumenta el número de contenedores eléctricos y se facilita que los equipos inteligentes manejen la energía de forma más eficiente.
- Incorporación del vehículo eléctrico a la red, siendo este un dispositivo que la propia red puede usar de contenedor de energía. La propia red se encargaría de cargarlos de forma óptima en función de las necesidades del usuario y del estado de la línea en ese momento. Si en algún momento la red sufriera una falta de electricidad los propios vehículos eléctricos podrían volcar la energía de sus baterías a la red y más tarde volver a ser cargados.

- Es altamente probable que los usuarios que instalen dispositivos benefactores para las Smart Grids, como pequeñas fuentes de generación renovable, contadores inteligentes, etc. obtengan compensaciones económicas por parte de la administración.

2.7. INCONVENIENTES Y BARRERAS

Una vez hemos visto y analizado la gran variedad de beneficios que pueden tener las Smart Grids, debemos también exponer las barreras que esta tecnología tiene. En los últimos años, debido a la necesidad de implantar estas redes inteligentes, han surgido diversos problemas los cuales debemos solventar para la correcta instalación de una Smart Grid.

Los principales inconvenientes de la instalación de estas innovadoras redes eléctricas se pueden agrupar en tres grandes grupos, barreras económicas, barreras técnicas y barreras regulatorias [6, 11, 12]:

- **Barreras económicas:** Como en la mayoría de nuevas tecnologías, la apuesta económica juega un papel fundamental, y en la Smart Grid no iba a ser de otra manera.
 - Gran inversión inicial que se recupera a largo plazo. Para suplir la necesidad de cambiar todo el sistema de generación y transporte es necesario apostar fuerte por esta nueva tecnología.
 - Para las grandes compañías eléctricas este nuevo sistema supone una apuesta muy arriesgada, ya que tienen un alto nivel de incertidumbre en torno a si será igual de rentable que el sistema actual. Debido principalmente a la novedad de que el usuario se convierta también en generador, unido a los grandes ahorros energéticos que estas nuevas redes proponen, las compañías eléctricas entrarían en un terreno totalmente desconocido hasta el momento.
 - La importancia de cambiar por completo las tarifas que conocemos actualmente para adaptarlas mejor a este nuevo sistema que incorpora al cliente como generador de electricidad.

- **Barreras técnicas:** El segundo grupo a comentar es también un factor a tener muy en cuenta antes de lanzarnos a la tecnología de las Smart Grids. Algunos inconvenientes técnicos son:
 - La nueva tecnología inevitablemente va a tener que coexistir con la tecnología actual, es decir, las redes convencionales y las Smart Grids deberán funcionar durante un periodo de tiempo de manera simultánea, con la finalidad de integrar completamente las nuevas redes sin perder prestaciones.
 - Incertidumbre sobre como funcionarán las nuevas tecnologías y si durarán mucho en funcionamiento, o por el contrario será necesario actualizarlas pronto debido a que la tecnología no deja de evolucionar.
 - Aparecen nuevas instalaciones e indudablemente diferencias en como diseñar infraestructuras como viviendas, centros de control...
 - Necesidad de implementar unos estándares en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para poder abordar estrategias comunes a todas las compañías.
- **Barreras regulatorias:** Siempre que se implementa una nueva tecnología surge la necesidad de establecer una regulación y una serie de consignas.
 - Establecer unas pautas en lo referente a cualquier derivado de la Smart Grid, como la generación distribuida, los almacenes de energía, los contadores inteligentes, gestión de la información...
 - Necesidad de legislar los diferentes mercados para facilitar la elaboración de soluciones eficientes.

3. DOMÓTICA

3.1. CONCEPTO DE DOMÓTICA

En términos etimológicos, domótica es la unión de dos palabras, domus, proveniente del latín, que significa casa y -tica, del griego, que significa “que se mueve solo”. Comúnmente podemos describir la domótica como la integración de dispositivos que a través de una red de comunicación realizan automáticamente las tareas en una vivienda.

Si apuntamos a un lenguaje más técnico, la domótica se define como el conjunto de sistemas que nos permiten automatizar y controlar las diferentes instalaciones de una vivienda con la finalidad de mejorar el confort, la seguridad o la eficiencia energética estando continuamente enviando información entre los sistemas y el usuario.

Actualmente, la gran mayoría de viviendas en construcción o que se construirán, tendrán implementando, en mayor o en menor medida, sistemas domóticos. Esto es, en gran parte, porque los clientes que vayan a adquirir una vivienda en un futuro cercano querrán que su casa conste de unos mínimos tecnológicos para garantizar mejor calidad de vida, más seguridad y más control sobre el consumo de su hogar.

El sector de los hogares digitales no deja de evolucionar constante y a un ritmo frenético, en un principio esta tecnología era engorrosa y no era fácil de usar para un usuario común. Con el paso del tiempo esto ha cambiado y la manera de manejar estas herramientas se ha simplificado notoriamente, actualmente el precio de estos dispositivos ha bajado y la forma de instalarlos se ha simplificado también.

Existe otro término similar, inmótica, que se utiliza para referirnos a edificios del sector terciario (hoteles, bares, tiendas, etc.) o industrial (oficinas, plantas, etc.) dotados de domótica. Los objetivos son similares, a diferencia de que, en este caso, además de beneficiar al usuario, también beneficia a los empleados (personal de mantenimiento, seguridad, etc.)

3.2. CAMPOS DE ACTUACIÓN

Como ya se ha visto en el punto anterior, cada vez más, en los hogares se va a implementar todo tipo de sistemas domóticos (persianas automáticas, luces, puerta del

garaje, sensores térmicos, climatización automatizada, lavadoras, frigoríficos inteligentes, etc.). El auge de esta tecnología es debido a los beneficios que esta ofrece.

A continuación, se exponen los 4 campos de actuación fundamentales (Figura 5) de una instalación domótica [13]:

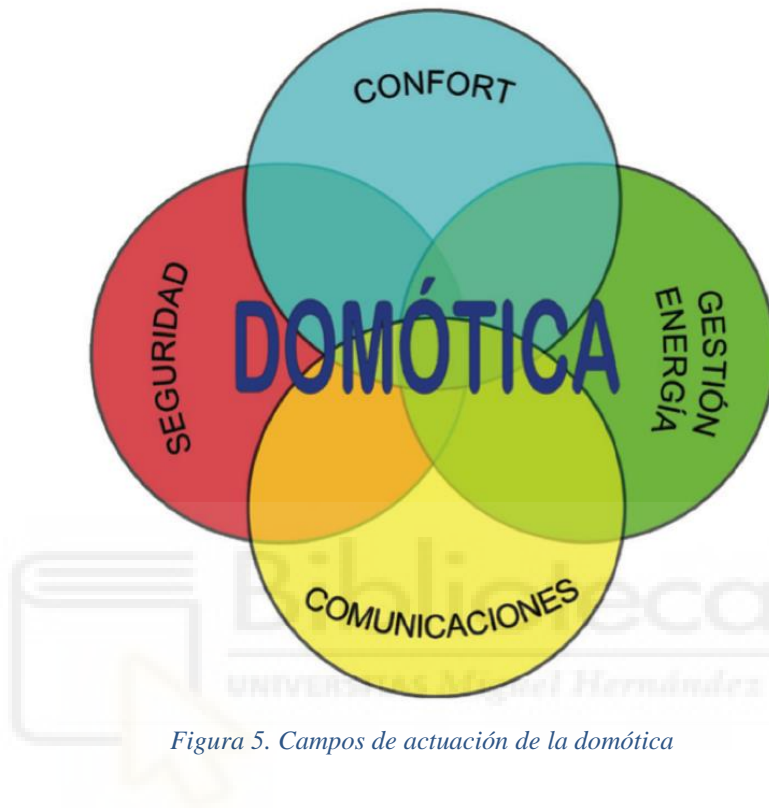


Figura 5. Campos de actuación de la domótica

- **Confort:** Los sistemas instalados tratarán de maximizar la comodidad de los usuarios, simplificando tareas del hogar o la gestión de este. Se dirige sobre todo a las instalaciones de climatización, además cabe citar aplicaciones como el control de persianas, riego, apertura de puertas, aplicaciones de audio y video, gestión de luces, etc.
- **Gestión de energía:** Controlando los dispositivos instalados en la vivienda se puede reducir notoriamente el consumo energético. Esto se logra cumpliendo con la máxima satisfacción del usuario al menor coste posible, por ejemplo, evitando consumos innecesarios o desplazando grandes consumos a horas de la noche donde la energía es más barata. Donde encontramos un gran ahorro es en la gestión de las persianas y toldos, controlando la radiación solar que entra en la vivienda, ahorrando así en calefacción o ventilación.

- **Comunicaciones:** El hecho de que todos los sistemas estén conectados nos permite comprobar el estado de cualquier dispositivo de forma remota desde nuestra Tablet, móvil, o PC. Actualmente es común que todo el control de los dispositivos se gestione a través de internet.
- **Seguridad:** Este punto es uno de los principales objetos de esta tecnología, ya que es muy demandado por los usuarios y nunca acaba de ser completo el grado de conformidad con la seguridad del hogar propio. Cabe destacar dos tipos:
 - Seguridad antirrobo: Basada en la detección de intrusos (sensores de luz, sensores infrarrojos, sensores magnéticos, etc.)
 - Seguridad en el hogar: Son objeto de este tipo la notificación de incendios, luces automáticas en la noche, detección de fugas de agua o gas, teleasistencia, control del funcionamiento de los enchufes, etc.

3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS

Los diferentes sistemas domóticos que existen se pueden agrupar de varias maneras, a continuación, comentaremos las 2 formas más usuales de clasificar estos sistemas.

3.3.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TOPOLOGÍA

La topología de un sistema domótico es la estructura que forman los distintos elementos de la red interconectados entre sí. A continuación, se presentan los 3 tipos de sistemas que podemos encontrar basándonos en esta clasificación [14]:

- **Sistemas centralizados:** Este tipo de sistemas constan de una unidad de control central, al cual se conectan todos los sensores y actuadores. Esta unidad central es la encargada de procesar toda la información, procesarla y enviarle la señal que oportuna a los actuadores. Los sistemas centralizados tienen una instalación más laboriosa, pues han de llegar multitud de cables al controlador principal, además, por la forma de la propia instalación, tiene una flexibilidad reducida a la hora de instalar nuevos dispositivos. La estructura de estos sistemas se puede observar en la Figura 6.

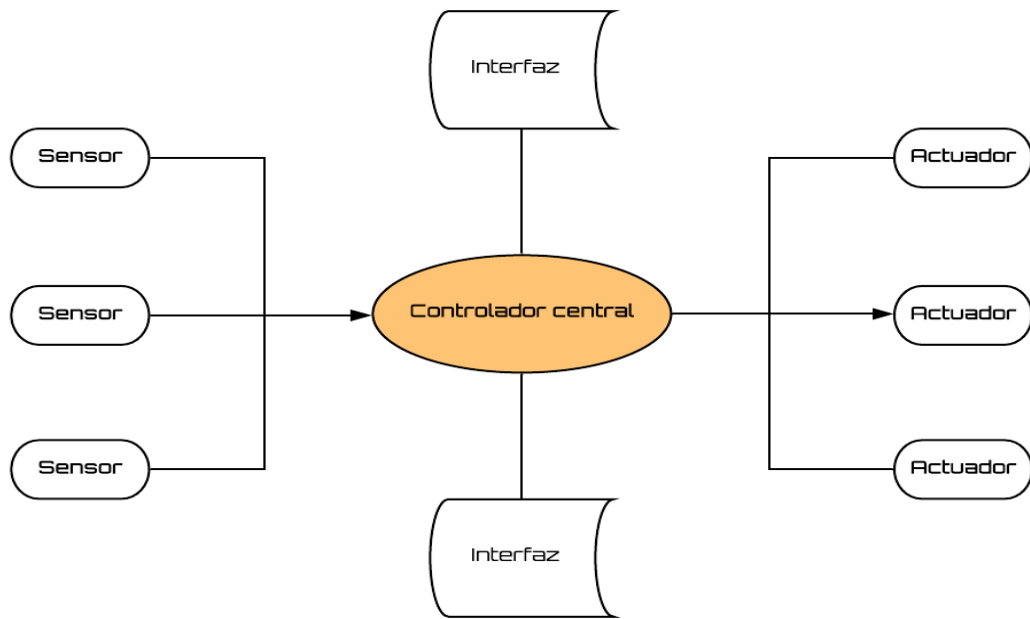


Figura 6. Sistema centralizado

- Sistemas descentralizados:** Al contrario que en el grupo anterior, estos sistemas no tienen un dispositivo al que van todas las conexiones, sino que cada uno de los dispositivos se pueden encargar de recoger la información, procesarla y enviarla al sistema que la requiera, y en el caso que proceda, activando los actuadores necesarios. Inevitablemente la implementación de este sistema es más simple que el sistema centralizado, como también lo es la facilidad de añadir o eliminar nuevos dispositivos. Cabe citar más ventajas de este sistema como es que si algún elemento resulta averiado, no se inutiliza toda la instalación. El principal inconveniente es que el precio de los elementos es mayor que el de una instalación centralizada, ya que necesitan llevar implementado el protocolo pertinente de manera individual. En la Figura 7 podemos apreciar un ejemplo de este sistema.

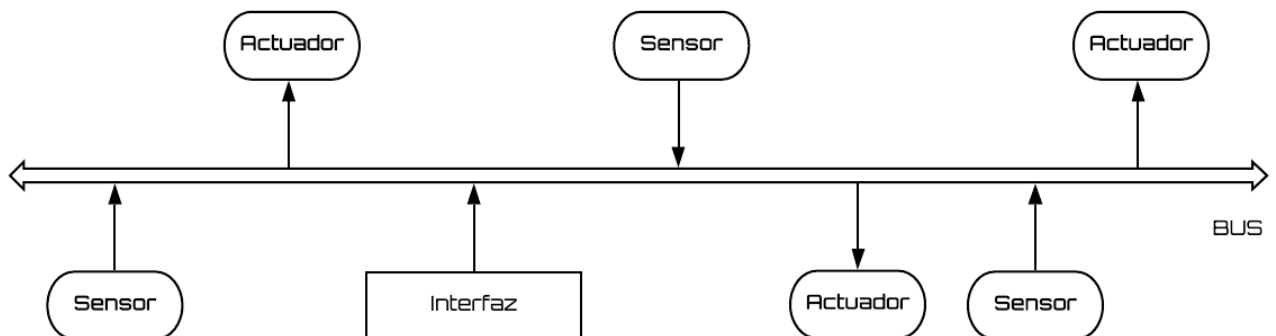


Figura 7. Sistema descentralizado

- **Sistemas distribuidos o híbridos:** Este tipo de sistemas, Figura 8, son unión de los centralizados y los descentralizados, ya que actúan diversos controladores, uno para cada zona, pero que al mismo tiempo están conectadas a otras unidades de zonas diferentes para así mantener una gestión global del sistema. Estos sistemas tienen las ventajas de las instalaciones descentralizadas, en el caso de fallo solo afectaría a la zona de este, y no caería el sistema completo.

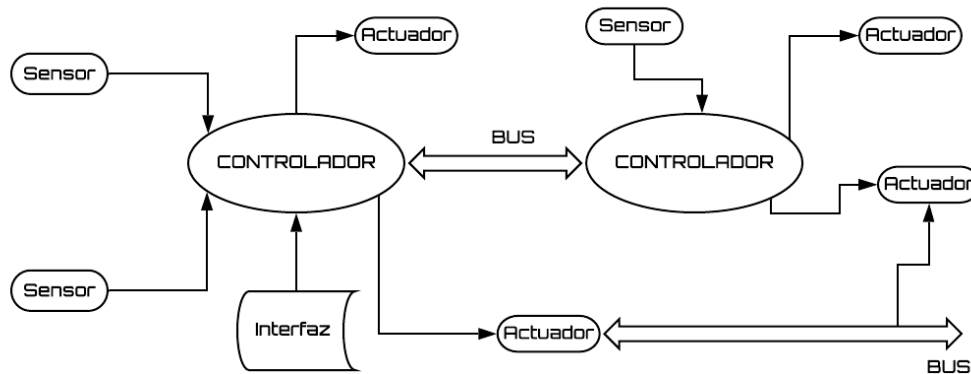


Figura 8. Sistema distribuido

3.3.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU MEDIO DE TRANSMISIÓN

Las instalaciones domóticas se pueden agrupar también según el medio de transmisión que usen. Se presentan dos grandes grupos dentro de esta clasificación, los que usan transmisión por cable, y los que se comunican a través de radio frecuencia [15].

- **Transmisión por cable:** Se instala una red de cableado específica para el sistema domótico permitiendo la implantación de grandes instalaciones. Su instalación es económica, pero requiere de obra si el edificio ya está construido. A continuación, se presentan 3 tipos de transmisión por cable:
 - **Cable de par trenzado:** Su principal ventaja es la gran seguridad de transmisión que tiene. Desciende de un uso industrial.
 - **Cable coaxial:** Es totalmente resistente a posibles interferencias, en contra, es muy rígido y dificulta su instalación. Inicialmente se utilizaba en para la señal de video en televisores.
 - **Fibra óptica:** Se caracteriza por la enorme cantidad de datos que es capaz de transmitir.

- **Red eléctrica:** Aprovecha la instalación de la red eléctrica y por tanto no necesita una instalación adicional. Baja seguridad y escasa velocidad.
- **Transmisión por radio frecuencia:** Este tipo de instalación precisa de un emisor y un receptor de radio. Son sistemas muy vulnerables a interferencias y muy poco seguros. La principal ventaja es que carecen de cableado.
 - **Bluetooth:** Muy común por su sencillez. Tiene poco alcance y baja velocidad.
 - **IEEE 802.11b:** Es el más utilizado, gran velocidad de transmisión.
 - **IEEE 802.11g:** Menos común que los anteriores, mayor capacidad que los anteriores.

3.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Actualmente, por suerte, los usuarios están cada vez más concienciados de la importancia de realizar un consumo energético consecuente e intentar reducir la contaminación que producimos. Para incentivar aún más a los usuarios para que consuman de manera eficiente la energía eléctrica, existe un método [17], el cual propone informar en tiempo real del consumo que está realizando, tanto en valores energéticos como en económicos, para de esta manera concienciar al cliente y promover el ahorro energético.

La domótica es el futuro próximo de las viviendas, cada vez son más los hogares que constan de esta tecnología y muy pocas las constructoras que no tienen un plan para futuras edificaciones sin incluir estos sistemas automáticos. Esto es así debido al confort que aporta, pero también al gran ahorro energético que conlleva el buen uso de estas instalaciones. Nos permite gestionar los consumos de la vivienda, aun estando lejos de ella con nuestro teléfono móvil. Por tanto, lo más llamativo de esta tecnología es la comodidad que puede ofrecernos, pero cada vez más clientes deciden integrarla en sus hogares por la reducción que supone en sus facturas energéticas [18].

La domótica genera tales beneficios en términos de ahorro energético partiendo de varias acciones:

- **Limitando el consumo** de ciertos aparatos en horarios en los que la tarifa tiene los precios más elevados o controlando la cantidad de energía demandada con la finalidad de no superar la potencia contratada.
- **Gestionando de forma eficiente y óptima** la climatización y luminosidad de la vivienda, en base a la ocupación de cada habitación, del clima actual, etc.
- **Controlando el estado de cada dispositivo** y apagándolo si es necesario, por ejemplo, si es de día y tenemos luces encendidas de forma innecesaria, si abandonamos la vivienda con luces o elementos multimedia activados, etc.

Conociendo como fluctúan las tarifas en base a las franjas horarias, debido a la demanda que existe en cada una de ellas, es posible generar un ahorro económico muy grande. Esto podemos aprovecharlo, gracias a la posibilidad de controlar cuando conectar elementos con cargas importantes, como lavadoras, lavavajillas, acumuladores de calor, carga de vehículos eléctricos, etc.

Si gestionamos de forma correcta esta ventaja que nos ofrece la domótica, podemos encontrarnos ante una situación algo curiosa, tal que, es probable que en determinadas franjas horarias resulte más rentable consumir más cantidad de energía de la que consumiríamos en otro horario. Con este método, maximizamos el ahorro económico, pero también el energético, pues, pongamos un ejemplo, a determinadas horas podemos realizar un precalentamiento del hogar, para mantener una temperatura próxima a la deseada, y así cuando el sistema de calefacción principal se ponga en marcha, deberá trabajar a menos potencia durante menos tiempo.

Uno de los ahorros más significativos viene a través de los sistemas de climatización. Una de las opciones es el control de climatización independiente para cada habitación de la vivienda, esto permite una gran eficiencia pues en lugar de actuar en toda la casa, solo lo hace en las instancias que se le indique, por tanto, la potencia empleada es mucho menor. Según [19] la domótica actúa, en lo referido a sistemas de climatización, básicamente en 2 campos:

- **Separación de instancias:** Emplea diferentes valores de temperatura para las diferentes zonas de la vivienda. Se diferencian dos tipos de temperatura, la temperatura de mantenimiento para zonas no utilizadas, y la temperatura de confort para instancias en las que haya personas.

- **Programación:** El sistema comprueba el clima que hace, si hay o habrá ocupación en la vivienda, la hora que es, la rutina de los residentes, etc. De esta forma varía entre temperatura de mantenimiento y temperaturas de confort para optimizar al máximo el rendimiento y el confort.

El sistema domótico de la vivienda genera un gran ahorro en tema climatización gracias al buen control de la energía solar. Hay numerosos estudios que hablan sobre el tema como [20, 21] y no es ninguna novedad la importancia de gestionar correctamente la radiación solar, no solo para aprovecharla a la hora de generar energía eléctrica (en caso de tener paneles fotovoltaicos), sino en lo referido al control de persianas y toldos, elementos a través de los que la instalación puede controlar la incidencia de más o menos radiación solar, controlando así que caliente más o menos las instancias de la vivienda de una forma totalmente natural y sin coste. Dada la importancia que tienen estas técnicas de control de persianas y toldos, numerosos matemáticos y científicos trabajan en perfeccionar los algoritmos de control a diario [22].

Bajo esta filosofía del ahorro más eficiente, se presentan varios temas. El primero es que el consumidor debería poder consultar en tiempo real el valor de la energía para poder actuar de una forma u otra. Aquí es donde entran las Smart Grids. Un sistema eléctrico inteligente, en combinación con una vivienda correctamente domotizada podría dar lugar a un hogar extremadamente eficiente, con una calidad de suministro excepcional, con una gran seguridad en todo tipo de ámbitos (eléctrico, antirrobo, personal, etc.) y con un grado altísimo de confort. Sumado a todo esto, si dicha vivienda tuviera un sistema de generación de energía renovable lo suficientemente bueno, sería muy probable que tuviera un coste 0, es decir, que generará energía suficiente para autoabastecerse sin necesidad de absorber electricidad de la red.

4. DISEÑO INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.1. OBJETO

En este apartado se recogen los resultados obtenidos en el dimensionamiento de la instalación eléctrica para la vivienda objetivo. El resto de información perteneciente a dicha instalación se encuentra en el anejo correspondiente a la instalación eléctrica.

4.2. ALCANCE

El diseño y cálculo de la instalación comenzará en la acometida situada en la vía pública y finalizará en las tomas receptoras de corriente.

4.3. PROGRAMAS UTILIZADOS

Para la realización de los cálculos pertinentes se ha usado Microsoft Excel, Dmelec CIEBT y AutoCAD 2020.

4.4. PREVISIÓN DE CARGAS

Con la finalidad de saber que cantidades de energía se manejarán en nuestra vivienda se ha realizado un estudio de previsión de cargas, en el cual se ha tenido en cuenta los posibles consumos, aplicando factores de utilización y de simultaneidad según estipula la ITC-BT-25.

Además, la ITC-BT-25 dicta que, si el inmueble tiene más de 160 m², consta de una instalación previa de aire acondicionado, calefacción, secadora o sistemas de automatización, será catalogado como vivienda de grado de electrificación elevado, como es este caso.

La potencia total prevista es de **26865 kW**, pero según los factores estipulados, la potencia mínima a contratar será de **9200 kW**.

Los cálculos de estas potencias se explican de forma detallada en el anejo de cálculos.

5. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

5.1. ENERGÍAS RENOVABLES

Existen multitud de fuentes de energía y por tanto una gran cantidad de fuentes de generación de electricidad, las cuales están evolucionando constantemente.

Generalmente clasificamos las fuentes de energía en dos grandes grupos: fuentes de energía no renovables y fuentes de energía renovables (Figura 27). Por un lado, el primer tipo se caracteriza porque es limitado y se agota. El otro tipo, las fuentes renovables, son aquellas que se regeneran de forma natural.

Desde hace ya unos años [25], la sociedad notificó la importancia de comenzar a dejar de lado las energías no renovables para producir energía únicamente, o prácticamente, solo con fuentes renovables. Como es lógico, esta tarea no es de fácil solución, pero el cambio poco a poco va siendo más significativo y cada vez son más las cantidades anuales que son generadas con este tipo de fuentes energéticas.

Según APPA (Asociación de Empresas de Energías Renovables), en España la energía final bruta procedente de energía renovable en 2018 fue del 17,3%¹, este valor es una medida de referencia para el cumplimiento del objetivo del 20% a 2020. Lo que quiere decir que cada vez se está consiguiendo objetivos de mayor importancia.

Las fuentes de energía renovable de mayor renombre son: eólica, hidráulica, biomasa, solar y mareomotriz.



Figura 9. Fuentes de energía renovable

5.2. LA ENERGÍA SOLAR

La energía solar [26] llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, rayos ultravioleta y calor). El Sol genera toda esta energía mediante un proceso de fusión nuclear. Podemos aprovechar la energía solar mediante dos sistemas: por conversión fotovoltaica y por conversión térmica, sistemas fotovoltaico y térmico respectivamente.

La conversión térmica se basa en aprovechar la energía solar convirtiéndola en energía térmica, calentando un fluido a través de colectores.

La conversión fotovoltaica se basa en transformar la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica. Es considerada la energía del futuro, tal vez por ser probablemente dentro de las renovables, la energía más ecológica, por el reducido impacto ambiental que tiene.

5.3. LA CÉLULA SOLAR

Consta que la primera célula solar (Figura 28) que se conoce fue creada en el año 1883 por Charles Fritts, pero hasta 1950 no se implantó esta tecnología en todo su potencial, a finales de esa década, la NASA invirtió muchos recursos en el desarrollo de esta tecnología para alimentar eléctricamente a los satélites artificiales.



Figura 10. Célula solar

Dependiendo del material del que estén fabricadas las células solares tienen un mejor o peor rendimiento, siendo de un 15% las de silicio policristalino y de un 18% las

fabricadas con silicio monocristalino. Como es de esperar estas últimas tienen un coste mayor de fabricación.

Un módulo fotovoltaico o panel solar (Figura 29) es el conjunto de diversas células solares conectadas entre sí para generar electricidad gracias a la luz que les penetra.

Estas células solares se conectan entre sí de dos formas:

- En serie: Si lo que queremos es alcanzar una mayor tensión.
- En paralelo: Si buscamos alcanzar mayor intensidad.



Figura 11. Módulo fotovoltaico

5.4. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Cuando conectamos diversos módulos fotovoltaicos obtenemos lo que se conoce como instalación solar fotovoltaica, que en base a su tamaño generará una mayor o menor potencia.

Existen dos tipos de instalaciones fotovoltaicas:

- Instalación aislada (Figura 30): La totalidad de la electricidad que genera es usada completamente para el autoconsumo de la vivienda, huerto o instalación conveniente. Generalmente son empleadas en lugares donde las compañías suministradoras no llegan.

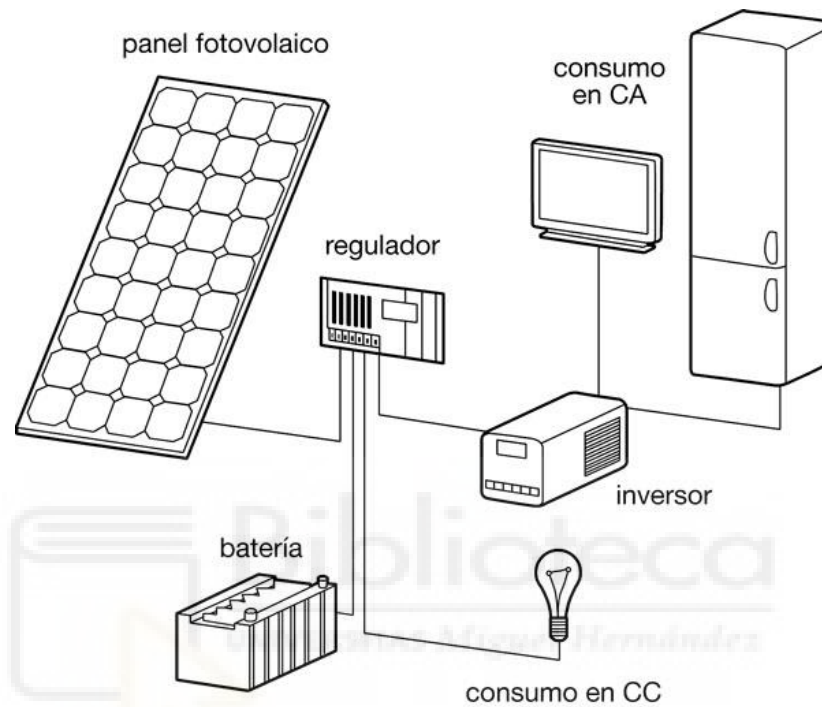


Figura 12. Instalación fotovoltaica aislada.

- Instalación conectada a red (Figura 31): La energía generada es inyectada a la red eléctrica obteniendo un beneficio económico al vender esa energía a la compañía suministradora.

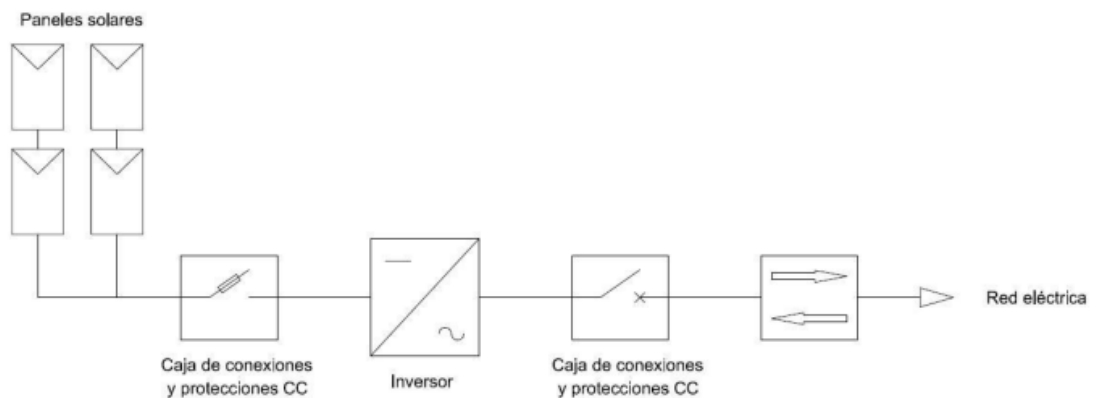


Figura 13. Instalación fotovoltaica conectada a red.

5.5. ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Estas instalaciones se componen por:

- Módulos fotovoltaicos: Sistema de captación energética que transforma la energía de la radiación solar en energía eléctrica.
- Sistema de almacenamiento: formado por un conjunto de baterías que almacenan la energía eléctrica que se genera en las horas de radiación solar, para poder utilizarla en momentos en los que la radiación no sea suficiente. Es vital diseñar correctamente la instalación para no tener escasez de energía en ningún momento.
- Sistema de regulación: Es el encargado de controlar el estado de la batería, es decir, si esta se encuentra llena, no recibirá más energía por parte de los módulos fotovoltaicos.
- Sistema de adecuación de corriente: Su función es adaptar la corriente generada, que se encuentra almacenada en las baterías, al tipo de corriente de consumo. Esto se logra con un inversor que transforma la corriente continua en alterna.
- Sistema de evacuación: Su función es inyectar a la red eléctrica la energía generada por la instalación. Consta de un transformador que eleva la tensión que recibe del inversor para adecuarla a la de la red.

5.6. VENTAJAS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La principal característica de estos sistemas es el bajo nivel de impacto medio ambiental que estas instalaciones tienen. La energía del Sol es limpia, totalmente renovable y abundante.

Cabe destacar también la simplicidad de estos sistemas, el silencio en el que se genera la energía, la flexibilidad en cuanto a diferentes tamaños, su larga vida útil y el escaso mantenimiento. Todo esto sumado a que la inversión inicial se recupera en poco tiempo, hacen que esta tecnología sea muy atractiva de cara a cualquier público.

6. DISEÑO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

6.1. OBJETO

El objetivo de este tipo de instalaciones es recoger, con la máxima eficiencia posible, la radiación solar para transformarla en energía eléctrica. Para que funcione de forma óptima, los módulos fotovoltaicos deben estar orientados hacia el sur, para trabajar de la forma más eficiente, recibiendo así un mayor número de horas la luz del Sol.

En el caso de tejados inclinados, como es nuestro caso particular, los paneles solares deben de ser instalados paralelos al propio tejado, la finalidad es evitar cambiar la forma de la vivienda y no alterar las fuerzas que el viento hace sobre esta. Además, gracias a esta disposición, se consigue un efecto que “refrigera” de forma natural los módulos solares, ya que el aire circula entre el tejado y la instalación reduciendo la temperatura de esta.

El tejado de nuestra vivienda, lo podemos observar con detalle en el plano nº 8, tiene diferentes inclinaciones, tal y como vemos en la Figura 32. Generalmente, el lugar donde se ejecuta la instalación de los módulos fotovoltaicos debe de ser la zona del tejado que esté inclinada hacia el sur, pero en este caso ninguna cara del tejado cumple esta característica así que escogemos la que más se asemeja a esta orientación (Figura 33), consta de un área de 48 m², de los cuales contamos como superficie útil 36 m², en forma de paralelogramo. Todo el tejado tiene una inclinación de 30°.



Figura 14. Tejado vivienda



Figura 15. Zona para los módulos fotovoltaicos

6.2. ESTUDIO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Para hacer un diseño correcto de nuestra instalación, debemos conocer primero el consumo energético de la vivienda. Para ello recogeremos los datos de una vivienda de características similares durante un año completo en la Tabla 3.

Tabla 3. Consumo anual

Mes	Consumo (kWh)
Enero	404,82
Febrero	412,96
Marzo	420,32
Abril	370,57
Mayo	401,46
Junio	408,12
Julio	446,51
Agosto	472,42
Septiembre	364,74
Octubre	371,34
Noviembre	407,83
Diciembre	392,76

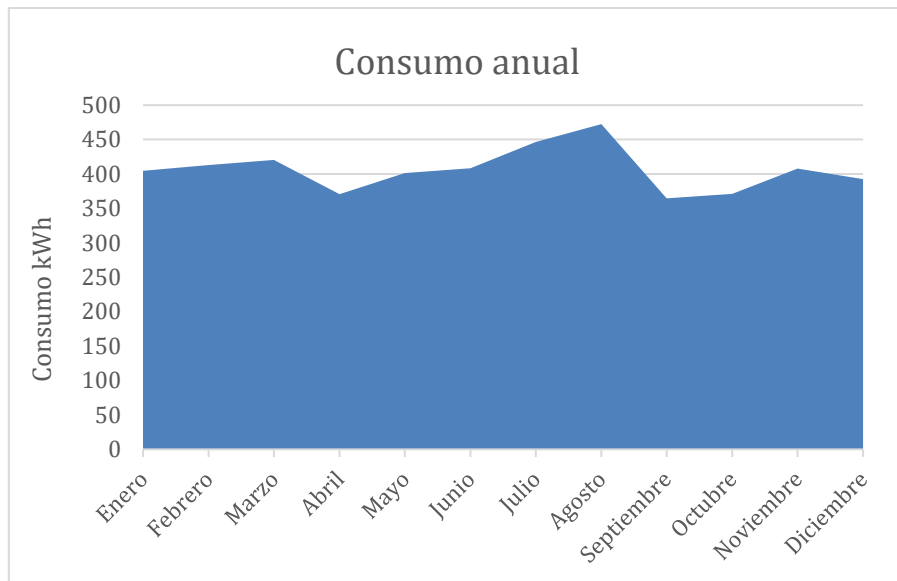


Figura 16. Gráfica consumo anual

Si sumamos todos los consumos mensuales obtenemos un consumo anual de 4873.85 kWh, que si realizamos la división de dicha potencia entre los 365 días de un año, obtenemos el consumo promedio diario, el cual es 13.35 kWh/día.

A continuación, vamos a entrar en más detalle en los consumos de la vivienda, exponiendo dos posibilidades, consumo diario de la vivienda en un día de invierno y el consumo diario de la vivienda en un día de verano.

Tabla 4. Consumos invierno - verano

Hora	Consumo (kWh)	
	Febrero	Julio
0	0,2	0,3
1	0,1	0,2
2	0,1	0,2
3	0,1	0,2
4	0,2	0,2
5	0,2	0,2
6	0,2	0,2
7	0,2	0,2
8	0,4	0,4
9	0,4	0,5
10	0,3	0,6
11	0,4	0,8
12	0,4	0,9
13	0,5	0,9
14	0,8	1,2
15	0,8	1
16	0,7	0,9
17	0,6	0,8
18	0,9	0,7
19	1,2	0,6
20	1,5	0,7
21	1,5	0,5
22	1,2	0,4
23	0,5	0,5
24	0,4	0,4

Escogemos el mes de febrero para el análisis de la época invernal, y la media de consumo por hora obtenida es la siguiente:



Figura 17. Consumo invierno

Para el análisis del consumo en verano, se toma como referencia julio, y la gráfica que representa la media de consumo por hora es:



Figura 18. Consumo verano

6.3. ESTUDIO DE LA IRRADIANCIA

Para nuestra instalación de paneles fotovoltaicos hemos considerado la inclinación de 30° del tejado, ya que irán coplanares anclados al mismo, un azimut de 7°, además se conoce sus coordenadas (Latitud: 39.271; Longitud: -2.325). Introduciendo los datos siguientes en la base de datos de PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, a través de su herramienta PVGIS, se han obtenido los valores de radiación solar que existen en la instalación fotovoltaica objeto. A continuación, en la Tabla 5, se muestra recopilada la información obtenida:

Tabla 5. Irradiancia por hora

Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
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	3	15	3	0	0	0	0	0
6:45	0	0		28	59	65	61	40	11	0	0	0
7:45	0	3	85	172	223	237	221	193	161	105	21	0
8:45	127	180	283	365	410	442	437	418	371	300	222	146
9:45	299	365	475	550	597	629	647	632	574	471	376	318
10:45	430	521	631	682	731	788	824	808	749	657	518	472
11:45	544	643	750	794	830	894	950	939	854	757	616	573
12:45	605	676	743	818	843	931	1001	984	895	778	636	625
13:45	602	687	776	795	818	891	971	949	854	740	616	604
14:45	532	630	697	694	726	785	882	866	746	638	508	517
15:45	421	507	554	585	605	651	730	714	602	486	379	389
16:45	248	328	386	409	429	467	538	512	397	274	182	174
17:45	2	111	184	222	246	284	325	287	184	50	0	0
18:45	0	0	3	47	78	107	125	84	7	0	0	0
19:45	0	0	0	0	1	16	15	0	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

Escogemos el mes de febrero para el análisis de la época invernal, y la media de irradiancia por hora obtenida es la siguiente:

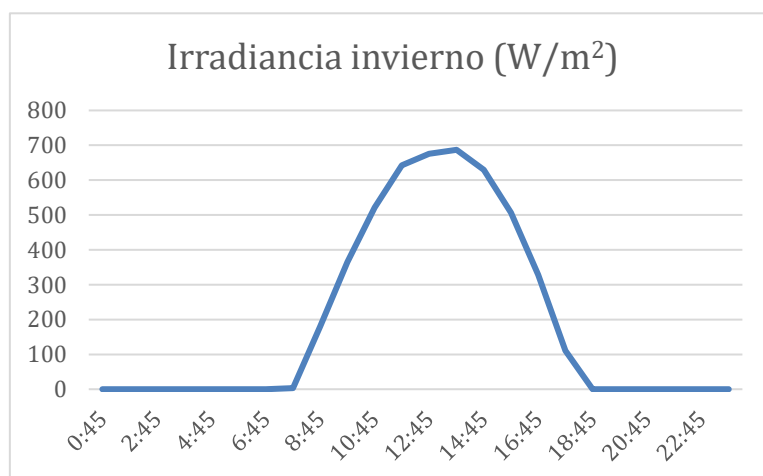


Figura 19. Irradiancia invierno

Escogemos el mes de julio para el análisis de la época veraniega, y la media de irradiancia por hora obtenida es la siguiente:

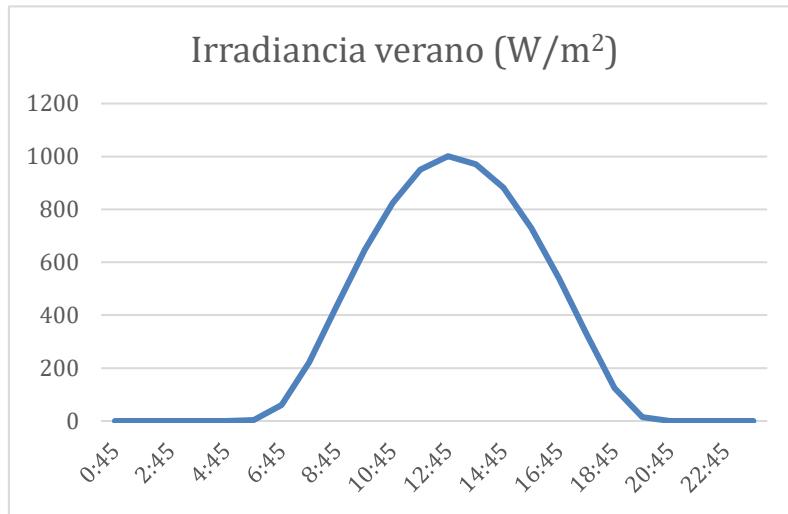


Figura 20. Irradiancia verano

Como se puede apreciar, las gráficas correspondientes a la irradiación solar son muy similares, mientras que los consumos si distan bastante en cuanto a la forma uno de otro, dependiendo de la época del año.

6.4. ANALISIS ENERGIA AUTOCONSUMIDA

Gracias a los análisis podemos afirmar que, sobre todo en invierno, aunque el balance neto de energía Consumida – Generada sea positivo, **realmente si estaremos cogiendo energía eléctrica de la red, y esto se deberá tener en cuenta en el estudio económico.** Si se observan las gráficas en horario cercano a las 20:30 se puede comprobar de forma instantánea.

A continuación, se procede a realizar un análisis del consumo medio horario anual y de la producción media por hora anual, para de esta forma poder comparar consumo – generación y conocer con más exactitud que cuánta de energía estamos realmente autoconsumiendo.

La gráfica correspondiente a la generación media por hora anual se realiza sumando la generación media en un intervalo de cada mes y realizando la media, es decir, supongamos que la media de generación de enero en el intervalo que abarca desde las

10:45 hasta 11:45 es de 160 Wp, en febrero es de 195 Wp... así se sumarían todos los meses y se hallaría la media de generación anual en ese intervalo horario.

En la siguiente tabla, se recogen los datos mencionados anteriormente y que son necesarios para la realización de las gráficas comentadas.

Tabla 6. Horas de autoconsumo

Hora	Media consumo anual	Media generación anual	Balance
0	0,25	0,000	-0,250
1	0,15	0,000	-0,150
2	0,15	0,000	-0,150
3	0,15	0,000	-0,150
4	0,2	0,000	-0,200
5	0,2	0,005	-0,195
6	0,2	0,066	-0,134
7	0,2	0,355	0,155
8	0,4	0,925	0,525
9	0,45	1,484	1,034
10	0,45	1,953	1,503
11	0,6	2,286	1,686
12	0,65	2,384	1,734
13	0,7	2,326	1,626
14	1	2,056	1,056
15	0,9	1,656	0,756
16	0,8	1,086	0,286
17	0,7	0,474	-0,226
18	0,8	0,113	-0,687
19	0,9	0,008	-0,892
20	1,1	0,000	-1,100
21	1	0,000	-1,000
22	0,8	0,000	-0,800
23	0,5	0,000	-0,500
24	0,4	0,000	-0,400

Las celdas marcadas en verde indican las horas en las se está autoconsumiendo la energía que se genera en la instalación fotovoltaica. A continuación, se muestran las gráficas comentadas anteriormente.

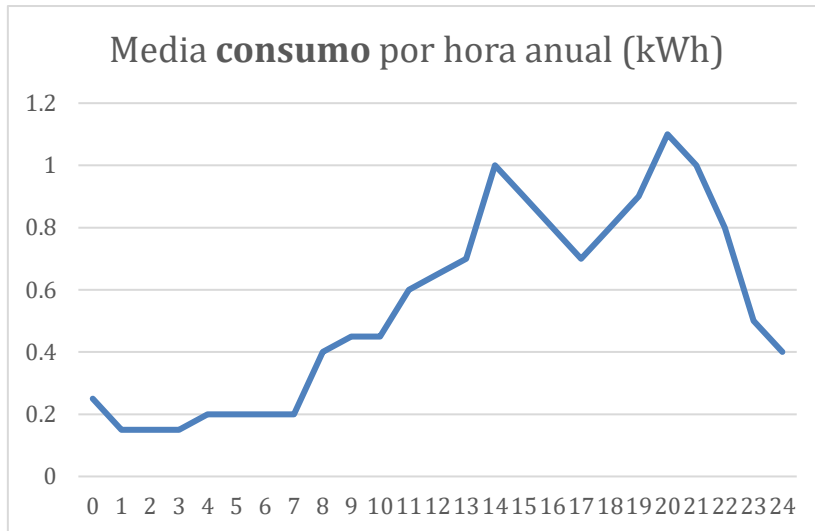


Figura 23. Media consumo por hora anual

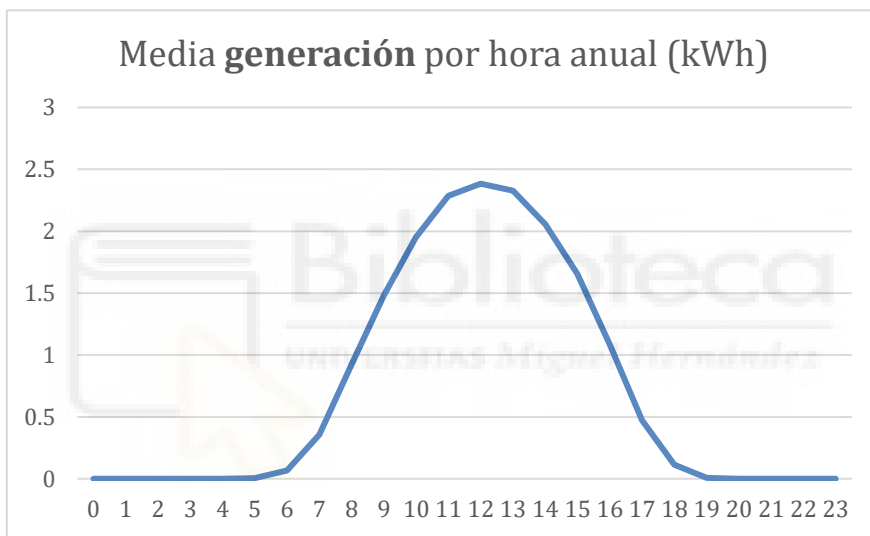


Figura 22. Media generación por hora anual

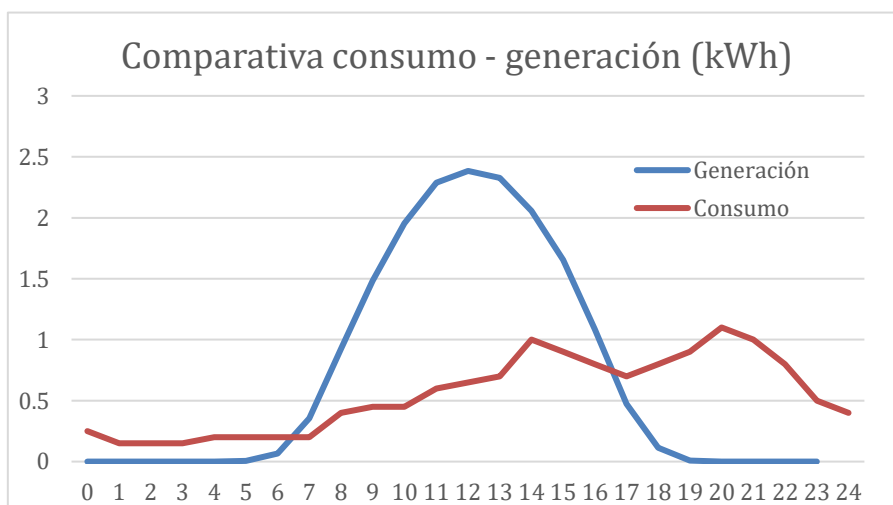


Figura 21. Comparativa consumo generación

En las gráficas anteriores se observa como existe ese margen horario donde el consumo supera la generación, por tanto, no podemos decir que toda la energía producida es autoconsumida.

De esta forma, se comprueba que únicamente el **42% de la energía producida es autoconsumida**, ya que solo se está produciendo un autoconsumo en la franja horaria entre las 7:00 y las 16:00, en el resto del día se consume energía de la red eléctrica.

6.5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se va a dimensionar una instalación fotovoltaica conectada a la red. Para ello debemos definir el número de paneles fotovoltaicos y el inversor.

Se procede según los datos obtenidos del consumo de la vivienda, en este caso mediante el consumo medio diario de la instalación. Para ello se divide el consumo total entre el número de días del año, obteniendo un consumo medio diario de 13.35 kWh.

6.5.1. CAMPO SOLAR

El modelo elegido para la instalación es el “Eagle PERC 72M-V 360-380 Watt” con una potencia máxima de 375 Wp del fabricante Jinko Solar.

Se opta por este modelo debido a la gran eficiencia que presenta, a la capacidad de captar la radiación solar incluso en días con nubes y por sus prestaciones ante adversidades meteorológicas.

Obteniendo los datos del módulo solar de su ficha técnica y con los datos que nos proporciona PVGIS sobre la irradiancia, obtenemos que la producción diaria media por panel es de 2078,82 Wh (Los cálculos pertinentes se encuentran en los Anejos).



Figura 24. Panel solar Jinko

Finalmente, se obtiene como resultado de los cálculos que son necesarios 7,08 paneles solares. Como es lógico, para cumplir con los calculos se instalarán 8 modulos solares.

Se instalarán 2 series de placas solares, en cada una de las series se instalarán 4 módulos, siendo así el total de 8 módulos solares.

6.5.2. INVERSOR

El inversor que se ha escogido para instalar en este proyecto es el modelo “SUN 2000L 3KTL” del fabricante Huawei. Podemos encontrar toda la información de este elemento en el anejo de fichas técnicas.



Figura 25. Inversor Huawei

6.6. BALANCE ENERGÉTICO

En la Tabla 7 se puede apreciar el balance energético de nuestra instalación dividido en los 12 meses del año, así podemos comprobar fácilmente que meses generamos energía para inyectarla en la red, es decir que meses obtenemos un beneficio, y que meses debemos de consumir de la red eléctrica porque nuestra instalación no es capaz de generar la cantidad de energía que consumimos.

Tabla 7. Balance energético

Mes	Consumo (kWh)	Producción (kWh)	Balance energético
Enero	404,82	354,40	-50,42
Febrero	412,96	432,34	19,38
Marzo	420,32	509,64	89,32
Abril	370,57	550,10	179,53
Mayo	401,46	579,96	178,50
Junio	408,12	628,98	220,86
Julio	446,51	679,49	232,98
Agosto	472,42	661,26	188,84
Septiembre	364,74	579,13	214,39
Octubre	371,34	479,13	107,79
Noviembre	407,83	377,00	-30,83
Diciembre	392,76	355,14	-37,62
Total	4873,85	6186,59	1312,74

La Figura 44 es un gráfico en el que se representa la columna de balance energético. Podemos apreciar como en los meses de verano, tal y como se podía esperar, la generación es más que suficiente y no solo suplimos el consumo si no que generamos más energía que inyectaremos en la red eléctrica obteniendo beneficios económicos.

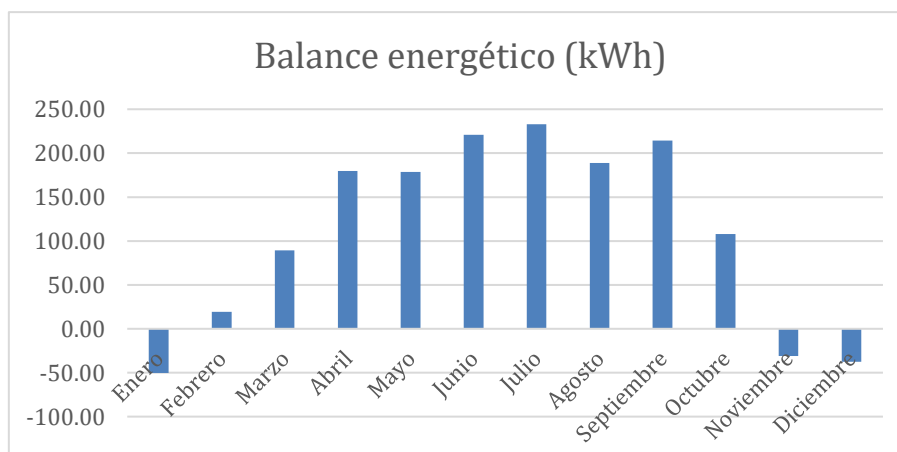


Figura 26. Balance energético

7. ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD

7.1. ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación, se va a realizar un estudio sobre la viabilidad de la instalación fotovoltaica. Pero primer se debe analizar qué tipo de instalación fotovoltaica es objeto del estudio.

En este caso, la instalación está conectada a la red eléctrica y pertenece a la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes acogida a compensación (Real Decreto 244/2019).

La instalación de autoconsumo objeto cumple todos los requisitos para acogerse al mecanismo de compensación económica (el consumidor no podrá beneficiarse económicamente porque no es una actividad retributiva), por ello se plantean dos caminos en el cálculo de la rentabilidad:

- I. **Supuesto 1:** La instalación se acoge al mecanismo de compensación simplificada de excedentes.
- II. **Supuesto 2:** La instalación atiende a la modalidad de autoconsumo con excedentes no acogida a compensación simplificada.

Se van a usar dos indicadores muy usados a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto como son el VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Rentabilidad). El tipo de descuento que se emplea en el cálculo del VAN es de 5%.

Para el estudio económico se establecen los siguientes criterios:

- **Coste de la inversión:** Es el coste total de la instalación fotovoltaica.
- **Producción anual energética:** Corresponde a la generación total de los paneles solares.
- **Energía autoconsumida:** Es la parte real de la energía generada que autoconsumimos. Se considera que es el 85% del total de la producción anual.
- **Precio del kWh:** El precio será de 0,150479 €/kWh, incluyendo en el mismo los impuestos pertinentes por ser una vivienda particular.

- **Incremento precio kWh:** Se estipula un incremento anual del precio de la electricidad de 5%, este valor varía bastante dependiendo de en qué fuente se consulte, ya que es una estimación del futuro, a pesar de esto, el valor escogido está por debajo de las estimaciones.
- **Deterioro de los paneles solares:** Según la ficha técnica, los paneles tras su primer año de uso empeoran su rendimiento hasta el 97,5 %, después se degradan un 0.7% anualmente.
- **Costes por mantenimiento:** El coste asignado al mantenimiento anual de la instalación fotovoltaica (limpieza, comprobaciones, averías, póliza del seguro...) es de 50 €.
- **Tiempo objeto:** Se va a analizar el periodo de 25 años, ya que es la vida útil que garantiza el fabricante de los paneles fotovoltaicos.
- **Carga por vehículo eléctrico:** Siguiendo las previsiones, se estima que, en torno a 8 años, es muy probable que gran parte de la población adquiera un vehículo eléctrico, por ello, se va a sumar al consumo anual del año 8 en adelante una carga adicional que corresponde al vehículo eléctrico. Esta carga se calcula suponiendo que se hacen 20 Km/día durante los 365 días del año, y que el consumo medio del coche eléctrico es de 14 kWh por cada 100 Km recorridos. Así se obtiene una carga anual de **1022 kWh**.

Tabla 8. Datos para el estudio económico

Producción primer año (kWh)	6186,59
Energía autoconsumida (%)	42%
Inversión inicial (€)	5109,28
Degradación del módulo (%)	0,7%
Precio kWh primer año (€/kWh)	0,145
Incremento anual electricidad (%)	5%
Costes por mantenimiento (€)	50

7.2. SUPUESTO 1: COMPENSACIÓN SIMPLIFICADA

En este caso, el cálculo resultará más sencillo, pues no hay que darse de alta como productor, simplemente se registra la instalación como una instalación con excedentes que se acoge a la tipología de compensación simplificada. Así se evitan cargas posteriores y se facilita mucho el trámite.

En esta modalidad, el valor de los excedentes de energía que sean vertidos a la red lo decide la compañía comercializadora (en este caso, suponemos que el contrato al que nos acogemos se basa en los precios regulados del mercado, Tarifas PVPC, la compensación económica que recibamos será el precio medio diario de la energía comparada con la hora a la que se realiza el vertido, se estima 0,04 €/kWh para el primer año). De esta forma los excesos de energía se compensarán a final de mes, no siendo acumulable para el siguiente periodo y nunca pudiendo generar beneficios, por lo que, como situación idónea el precio de la factura, en la parte que corresponde al término de energía, será de 0 €.

A continuación, se adjunta la tabla donde se han realizado los cálculos para este supuesto. Como se ha comentado anteriormente, a pesar de que en algunos años la energía generada supera la energía consumida, el máximo beneficio reside en el ahorro que se genera al no pagar dicha energía consumida, ya que es energía que autoconsumimos de nuestra propia instalación.

En esta tabla aparecen los siguientes parámetros:

- **Año:** indica el año en el que se encuentra la instalación.
- **Rendimiento:** indica el estado de los paneles solares.
- **Producción:** indica la generación total anual.
- **Energía autoconsumida:** indica la energía que es autoconsumida.
- **Consumo:** indica el consumo energético anual.
- **Precio kWh:** indica el valor del kWh en ese año.
- **Ahorro por autoconsumo:** indica el ahorro generado por la energía autoconsumida, y que, por tanto, se ha dejado de absorber de la red.
- **Consumo de la red:** indica la cantidad de energía que se absorbe de la red.

- **Factura consumo:** indica cuanto se debe pagar por la energía absorbida de la red, este parámetro será mayor o igual al “Ahorro por energía vertida”. Únicamente se utiliza para comprobar la condición anterior.
- **Precio kWh vertido:** indica el precio por kWh vertido desde nuestra instalación.
- **Ahorro por energía vertida:** indica el ahorro generado con la energía que se vierte a la red eléctrica, este valor nunca podrá ser superior a “Factura consumo”.
- **Ahorro final:** indica la suma de “Ahorro por autoconsumo” y “Ahorro por energía vertida”. Es el ahorro total anual que genera la instalación al usuario.
- **Flujo anual:** indica el balance económico anual.
- **Flujo acumulado:** indica el balance económico teniendo en cuenta los años anteriores.



Año	Rend. (%)	Producción (kWh)	Energía autoconsumida (kWh)	Consumo (kWh)	Precio kWh	Ahorro por autoconsumo	Consumo de la red (kWh)	Factura consumo	Precio kWh vertido	Ahorro por energía vertida	Ahorro final	Flujo anual	Flujo acumulado
0	100,00				0,1450€				0,0400€		0,00€	-5.109,28€	-5.109,28€
1	97,50	6.186,59	2.598,37	4.873,85	0,1523€	395,60€	2.275,48	346,44€	0,0420€	150,7053€	546,31€	546,31€	-4.562,97€
2	96,82	5.989,70	2.515,67	4.873,85	0,1599€	402,16€	2.358,18	376,98€	0,0441€	153,2046€	555,37€	555,37€	-4.007,61€
3	96,14	5.947,77	2.498,07	4.873,85	0,1679€	419,31€	2.375,78	398,79€	0,0468€	159,7888€	579,05€	579,05€	-3.428,55€
4	95,47	5.906,14	2.480,58	4.873,85	0,1762€	437,20€	2.393,27	421,81€	0,0486€	166,5516€	603,75€	603,75€	-2.824,80€
5	94,80	5.864,80	2.463,21	4.873,85	0,1851€	455,84€	2.410,64	446,11€	0,0511€	173,0551€	629,50€	629,50€	-2.195,30€
6	94,13	5.823,74	2.445,97	4.873,85	0,1948€	475,29€	2.427,88	471,77€	0,0536€	181,0614€	656,35€	656,35€	-1.538,96€
7	93,48	5.782,98	2.428,85	4.873,85	0,2040€	495,56€	2.445,00	498,85€	0,0563€	188,7837€	684,34€	684,34€	-854,62€
8	92,82	5.742,50	2.411,85	5.895,85	0,2142€	516,69€	3.484,00	746,38€	0,0591€	196,8853€	713,53€	713,53€	117,09€
9	92,17	5.702,30	2.394,97	5.895,85	0,2249€	538,73€	3.500,88	787,50€	0,0621€	205,2904€	743,96€	743,96€	602,87€
10	91,53	5.662,38	2.378,20	5.895,85	0,2362€	561,71€	3.517,65	830,83€	0,0652€	213,9834€	775,69€	775,69€	1.378,56€
11	90,89	5.622,75	2.361,55	5.895,85	0,2480€	585,66€	3.534,30	876,50€	0,0684€	223,1098€	808,77€	808,77€	2.187,34€
12	90,25	5.583,39	2.345,02	5.895,85	0,2604€	610,64€	3.550,83	924,63€	0,0718€	232,0255€	843,27€	843,27€	3.030,60€
13	89,62	5.544,30	2.328,61	5.895,85	0,2734€	636,69€	3.567,24	975,35€	0,0754€	242,5469€	879,23€	879,23€	3.909,84€
14	88,99	5.505,49	2.312,31	5.895,85	0,2871€	663,84€	3.583,54	1.028,80€	0,0792€	252,8916€	916,73€	916,73€	4.826,57€
15	88,37	5.466,95	2.296,12	5.895,85	0,3014€	692,15€	3.599,73	1.085,12€	0,0832€	263,6774€	955,83€	955,83€	5.782,40€
16	87,75	5.428,69	2.280,05	5.895,85	0,3165€	721,67€	3.615,80	1.144,46€	0,0873€	274,9232€	996,60€	996,60€	6.778,99€
17	87,13	5.390,68	2.264,09	5.895,85	0,3323€	752,45€	3.631,76	1.206,99€	0,0917€	286,6487€	1.039,10€	1.039,10€	7.818,10€
18	86,53	5.352,95	2.248,24	5.895,85	0,3490€	784,54€	3.647,61	1.272,87€	0,0968€	298,8743€	1.083,42€	1.083,42€	8.901,52€
19	85,92	5.315,48	2.232,50	5.895,85	0,3664€	818,01€	3.663,35	1.342,28€	0,1011€	311,6213€	1.129,63€	1.129,63€	10.031,14€
20	85,32	5.278,27	2.216,87	5.895,85	0,3847€	852,89€	3.678,98	1.415,41€	0,1061€	324,9119€	1.177,81€	1.177,81€	11.208,95€
21	84,72	5.241,32	2.201,36	5.895,85	0,4040€	889,27€	3.694,49	1.492,44€	0,1114€	338,7694€	1.228,04€	1.228,04€	12.436,99€
22	84,13	5.204,63	2.185,95	5.895,85	0,4242€	927,20€	3.709,90	1.573,60€	0,1170€	353,2179€	1.280,41€	1.280,41€	13.717,40€
23	83,54	5.168,20	2.170,64	5.895,85	0,4454€	966,74€	3.725,21	1.659,10€	0,1229€	368,2827€	1.335,02€	1.335,02€	15.052,43€
24	82,95	5.132,02	2.155,45	5.895,85	0,4676€	1.007,97€	3.740,40	1.749,16€	0,1290€	383,9899€	1.391,96€	1.391,96€	16.444,39€
25	82,37	5.096,10	2.140,36	5.895,85	0,4910€	1.050,96€	3.755,49	1.844,03€	0,1355€	400,3671€	1.451,33€	1.451,33€	17.895,72€

7.3. SUPUESTO 2: SIN COMPENSACIÓN SIMPLIFICADA

En primer lugar, debemos conocer que esta modalidad generalmente está destinada principalmente para plantas solares de más de 100 kW y no para viviendas particulares, cuyos excedentes energéticos van a ser vertidos a la red en régimen de venta, no de compensación.

Esto no quiere decir que una vivienda particular como la de este proyecto no pueda acogerse a esta modalidad, sin embargo, tal y como indica el Ministerio para la Transición Ecológica, los usuarios que pretendan vender sus excedentes de energía generados por instalaciones de autoconsumo le serán aplicadas la misma normativa que a cualquier otra planta de generación de energía eléctrica.

Como consecuencia, el usuario que opte por esta modalidad, dejando de lado la compensación simplificada, deberá cumplir múltiples requisitos de seguridad, trámites, etc. Además, será obligatorio inscribirse en el RAIPRE (Registro Administrativo de Instalaciones Productoras de Energía Eléctrica), firmar un contrato de representación en el mercado eléctrico a través del cual se posibilite la venta. También será necesario conseguir una licencia de actividad en el ayuntamiento competente, ya que se comenzará a vender un producto a cambio de dinero, es decir estará realizando una actividad económica.

El resultado obtenido para este supuesto es igual al obtenido en el supuesto 1, ya que en el estudio económico realizado no se ha tenido en cuenta las tasas que se deberían aplicar, como tasa de autónomo, etc.

Es importante destacar que el resultado es idéntico ya que, en el caso de acogerse a compensación simplificada, en ningún año se logra hacer que el valor de la factura, el término energético, sea de 0 €. Esto quiere decir que en ningún momento obtendríamos ventaja acogiéndonos al supuesto 2 frente al supuesto 1.

Año	Rend. (%)	Producción (kWh)	Energía autoconsumida (kWh)	Consumo (kWh)	Precio kWh	Ahorro por autoconsumo	Consumo de la red (kWh)	Factura consumo	Precio kWh vertido	Ahorro por energía vertida	Ahorro final	Flujo anual	Flujo acumulado
0	100,00				0,1450€				0,0400€		0,00€	-5.109,28€	-5.109,28€
1	97,50	6.186,59	2.598,37	4.873,85	0,1523€	395,60€	2.275,48	346,44€	0,0420€	150,7053€	546,31€	546,31€	-4.562,97€
2	96,82	5.989,70	2.515,67	4.873,85	0,1599€	402,16€	2.358,18	376,98€	0,0441€	153,2046€	555,37€	555,37€	-4.007,61€
3	96,14	5.947,77	2.498,07	4.873,85	0,1679€	419,31€	2.375,78	398,79€	0,0463€	159,7888€	579,05€	579,05€	-3.428,55€
4	95,47	5.906,14	2.480,58	4.873,85	0,1762€	437,20€	2.393,27	421,81€	0,0486€	166,5516€	603,75€	603,75€	-2.824,80€
5	94,80	5.864,80	2.463,21	4.873,85	0,1851€	455,84€	2.410,64	446,11€	0,0511€	173,6551€	629,50€	629,50€	-2.195,30€
6	94,13	5.823,74	2.445,97	4.873,85	0,1943€	475,29€	2.427,88	471,77€	0,0536€	181,0614€	656,35€	656,35€	-1.538,96€
7	93,48	5.782,98	2.428,85	4.873,85	0,2040€	495,56€	2.445,00	498,85€	0,0563€	188,7837€	684,34€	684,34€	-854,62€
8	92,82	5.742,50	2.411,85	5.895,85	0,2142€	516,69€	3.484,00	746,38€	0,0591€	196,8353€	713,53€	713,53€	117,09€
9	92,17	5.702,30	2.394,97	5.895,85	0,2249€	538,73€	3.500,88	787,50€	0,0621€	205,2904€	743,96€	743,96€	602,87€
10	91,53	5.662,38	2.378,20	5.895,85	0,2362€	561,71€	3.517,65	830,83€	0,0652€	213,9834€	775,69€	775,69€	1.378,56€
11	90,89	5.622,75	2.361,55	5.895,85	0,2480€	585,66€	3.534,30	876,50€	0,0684€	223,1098€	808,77€	808,77€	2.187,34€
12	90,25	5.583,39	2.345,02	5.895,85	0,2604€	610,64€	3.550,83	924,63€	0,0718€	232,6255€	843,27€	843,27€	3.030,60€
13	89,62	5.544,30	2.328,61	5.895,85	0,2734€	636,69€	3.567,24	975,35€	0,0754€	242,5469€	879,23€	879,23€	3.909,84€
14	88,99	5.505,49	2.312,31	5.895,85	0,2871€	663,84€	3.583,54	1.028,80€	0,0792€	252,8916€	916,73€	916,73€	4.826,57€
15	88,37	5.466,95	2.296,12	5.895,85	0,3014€	692,15€	3.599,73	1.085,12€	0,0832€	263,6774€	955,83€	955,83€	5.782,40€
16	87,75	5.428,69	2.280,05	5.895,85	0,3165€	721,67€	3.615,80	1.144,46€	0,0873€	274,9232€	996,60€	996,60€	6.778,99€
17	87,13	5.390,68	2.264,09	5.895,85	0,3323€	752,45€	3.631,76	1.206,99€	0,0917€	286,6487€	1.039,10€	1.039,10€	7.818,10€
18	86,53	5.352,95	2.248,24	5.895,85	0,3490€	784,54€	3.647,61	1.272,87€	0,0963€	298,8743€	1.083,42€	1.083,42€	8.901,52€
19	85,92	5.315,48	2.232,50	5.895,85	0,3664€	818,01€	3.663,35	1.342,28€	0,1011€	311,6213€	1.129,63€	1.129,63€	10.031,14€
20	85,32	5.278,27	2.216,87	5.895,85	0,3847€	852,89€	3.678,98	1.415,41€	0,1061€	324,9119€	1.177,81€	1.177,81€	11.208,95€
21	84,72	5.241,32	2.201,36	5.895,85	0,4040€	889,27€	3.694,49	1.492,44€	0,1114€	338,7694€	1.228,04€	1.228,04€	12.436,99€
22	84,13	5.204,63	2.185,95	5.895,85	0,4242€	927,20€	3.709,90	1.573,60€	0,1170€	353,2179€	1.280,41€	1.280,41€	13.717,40€
23	83,54	5.168,20	2.170,64	5.895,85	0,4454€	966,74€	3.725,21	1.659,10€	0,1229€	368,2827€	1.335,02€	1.335,02€	15.052,43€
24	82,95	5.132,02	2.155,45	5.895,85	0,4676€	1.007,97€	3.740,40	1.749,16€	0,1290€	383,9899€	1.391,96€	1.391,96€	16.444,39€
25	82,37	5.096,10	2.140,36	5.895,85	0,4910€	1.050,96€	3.755,49	1.844,03€	0,1355€	400,3671€	1.451,33€	1.451,33€	17.895,72€

7.4. INDICADORES DE VIABILIDAD

En el apartado 7.4.4 se encuentran recogidos los resultados de los indicadores que se van a exponer a continuación.

7.4.1 VALOR ACTUAL NETO

El Valor Actual Neto (VAN) se refiere al rendimiento actualizado de los flujos positivos y negativos originados por una inversión. Es el criterio financiero que evalúa las inversiones. Es un indicador que mide la inversión, el cual, es usado para determinar el valor de los pagos y los cobros futuros, de manera que puedas realizar una comparativa con los distintos periodos y las diferentes oportunidades de inversión.

La interpretación del VAN se realizará según:

- VAN < 0: El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que no será un proyecto rentable.
- VAN = 0: El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas.
- VAN > 0: El proyecto de inversión generará beneficios, y por tanto, será una inversión rentable.

$$VAN = \sum_{n=0}^n \left(\frac{F_n}{(1+i)^n} \right) - D_0$$

Figura 27. Ecuación VAN

Siendo en la formula anterior:

- D_0 : inversión inicial
- F_n : rentabilidad anual
- i : tipo de interés exigido a la inversión (5% en esta ocasión)
- n : número de año

7.4.2. TASA INTERNA DE RETORNO

La Tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Es el tipo de interés al que se descuentan los flujos futuros de cobros y pagos previstos en una inversión, para igualarlos con el valor inicial de la misma (obteniéndose un Valor Actual Neto igual a 0).

El criterio de selección será el siguiente donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- $TIR = k$ o $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

En el cálculo de la TIR se tiene en cuenta el flujo anual, el número de años y el valor de la inversión inicial.

7.4.3. ANÁLISIS PAY-BACK

El payback o plazo de recuperación es el plazo que se tardará para que el valor de la inversión inicial sea superado mediante los flujos de caja. De esta forma se obtiene el tiempo que tendrá que pasar para recuperar el dinero que se ha invertido.

7.4.4. CONCLUSIÓN VIABILIDAD

En la siguiente tabla se representan los cálculos pertenecientes a los parámetros de viabilidad mencionados anteriormente, VAN, TIR y PAY-BACK.

Tabla 9. Parámetros análisis de viabilidad

	SUPUESTO 1	SUPUESTO 2
VAN	4.643,03 €	4.643,03 €
TIR	12,56%	12,56%
PAYBACK	9 años	9 años

Tras el estudio económico efectuado, se puede comprobar como en ambos supuestos se produce un beneficio total de 16.645,72 € gracias a la instalación fotovoltaica diseñada. Realizando una inversión que se recupera algo antes de los 10 años de actividad.

Resaltar que, ambos supuestos tienen valores idénticos solo si el usuario ya realizaba una actividad económica previa. Ya que, si por acogerse al supuesto 2 debe darse de alta y pagar la tasa correspondiente como autónomo, claramente el supuesto 1 sería mejor.

El caso que más se adapta y mejor resultado ofrece finalmente, es el supuesto 1, ya que el usuario no necesita realizar ningún trámite especial, de los que si debe hacer si se acoge al supuesto 2, y se obtienen los mismos beneficios de la instalación solar.

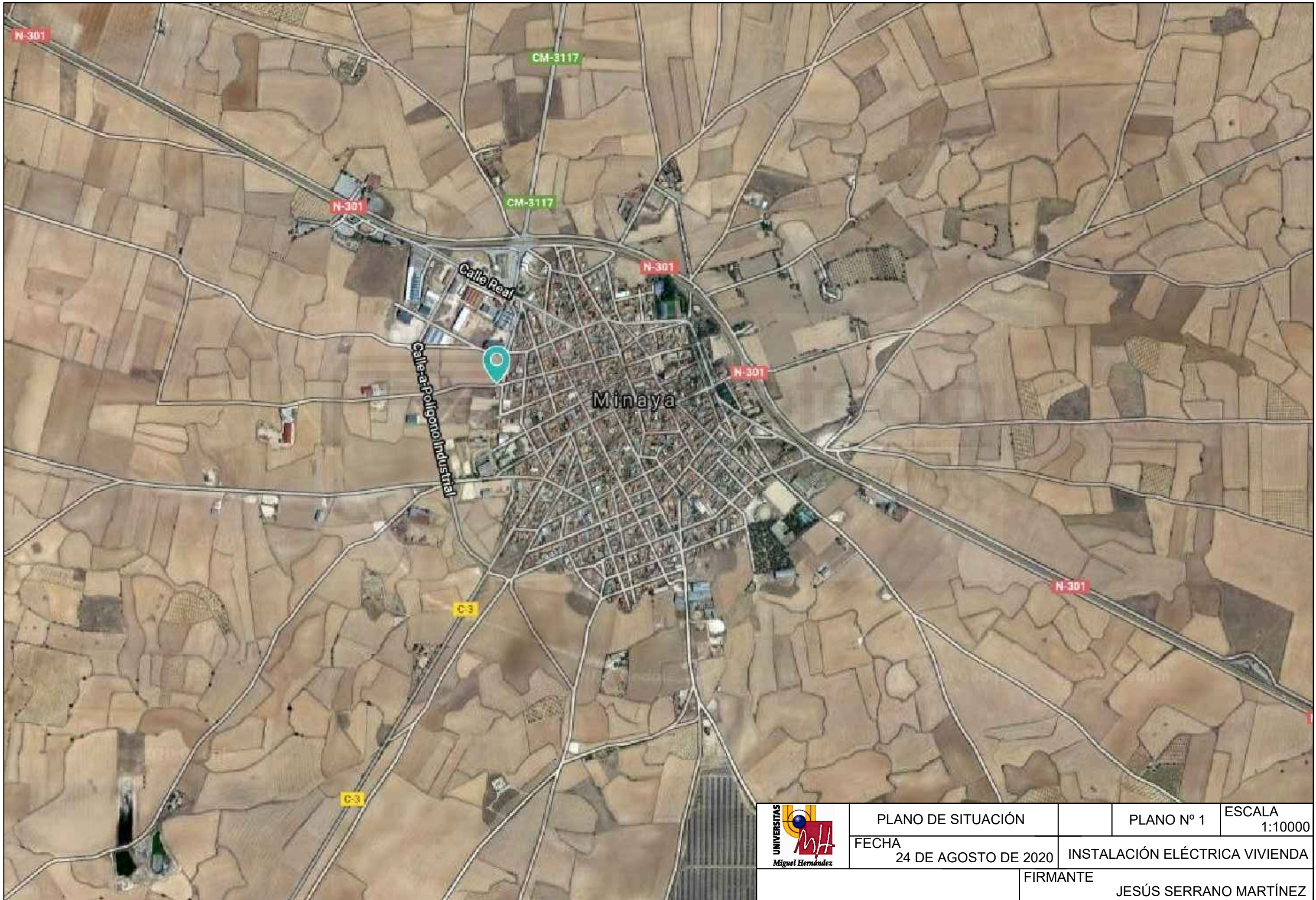
PLANOS



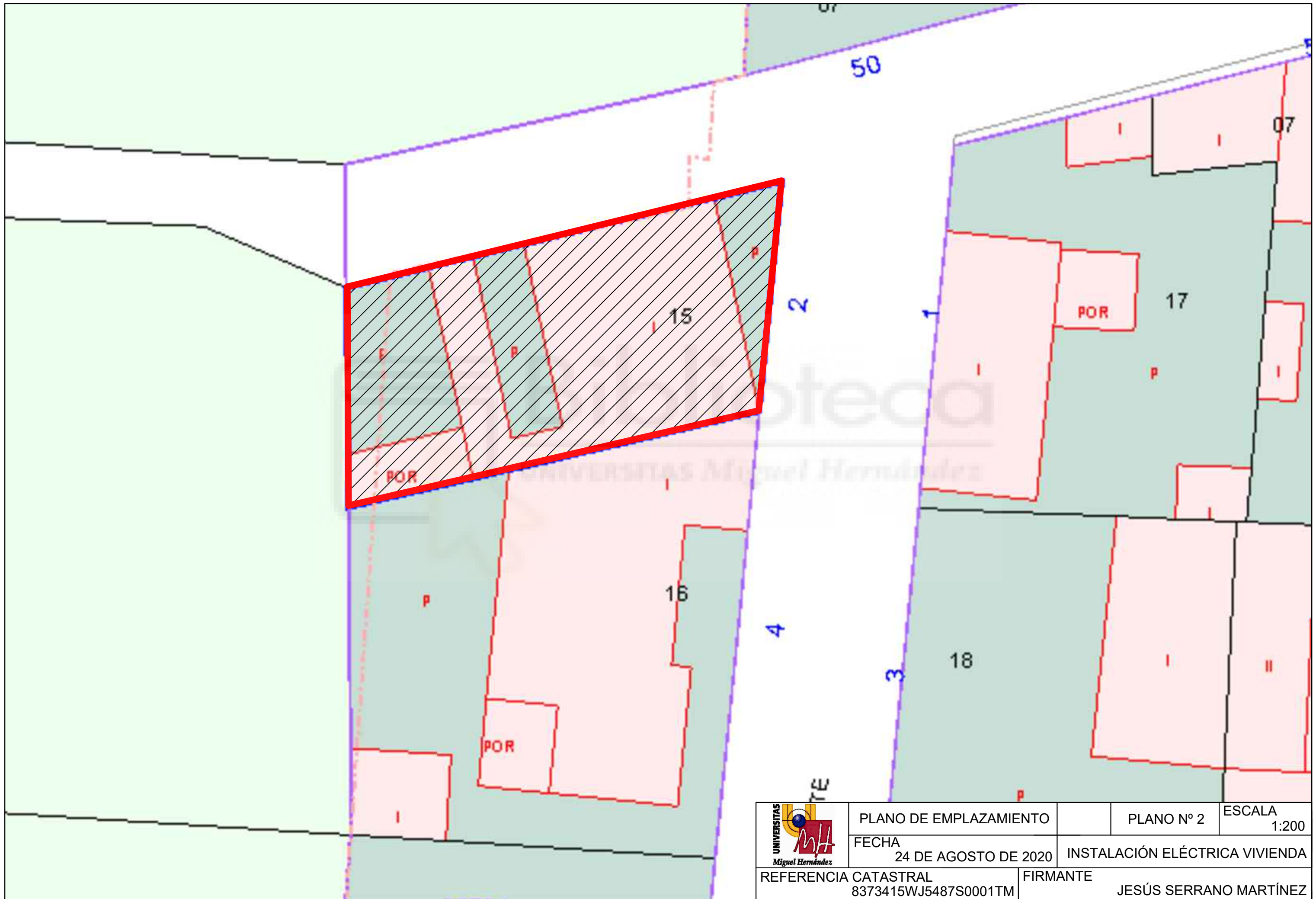
INDICE DE PLANOS


1. SITUACIÓN.....	65
2. EMPLAZAMIENTO.....	66
3. VISTA GENERAL.....	67
4. SUPERFICIES	68
5. ESQUEMA UNIFILAR	69
6. ELEMENTOS ELÉCTRICOS	70
7. CONTROL LUMINARIAS	71
8. TEJADO	72

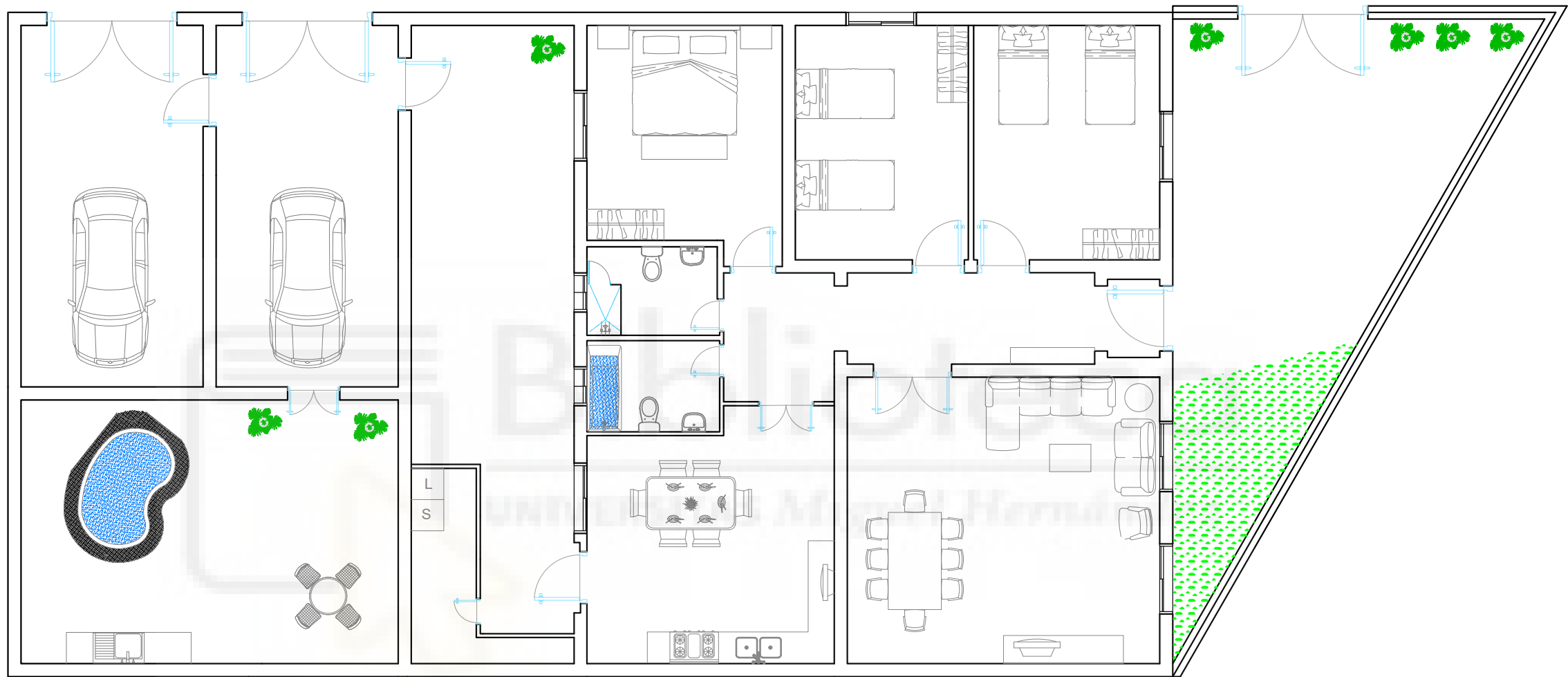




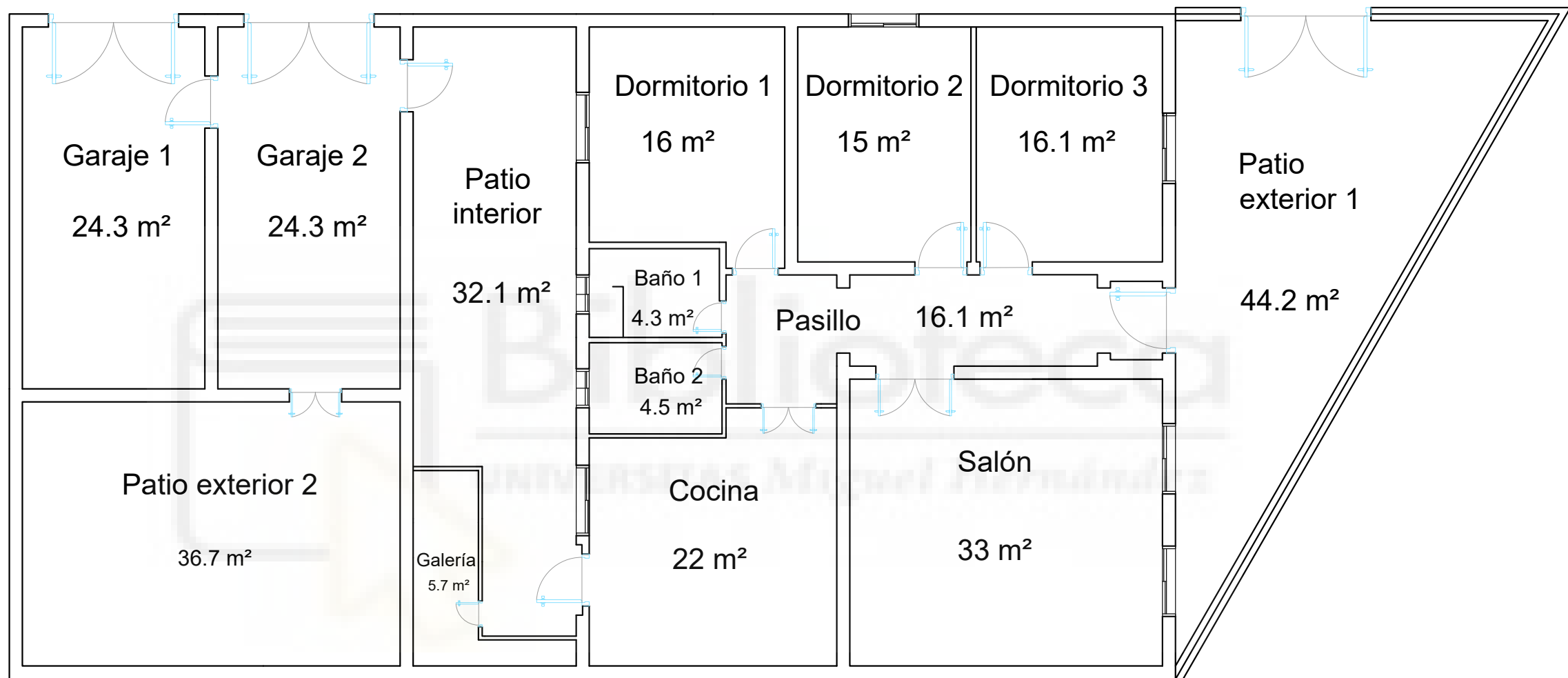
	PLANO DE SITUACIÓN	PLANO N° 1	ESCALA 1:10000
	FECHA 24 DE AGOSTO DE 2020	INSTALACIÓN ELÉCTRICA VIVIENDA	
FIRMANTE		JESÚS SERRANO MARTÍNEZ	




 UNIVERSITAT Miguel Hernández	PLANO DE EMPLAZAMIENTO	PLANO N° 2	ESCALA 1:200
	FECHA 24 DE AGOSTO DE 2020	INSTALACIÓN ELÉCTRICA VIVIENDA	
REFERENCIA CATASTRAL 8373415WJ5487S0001TM	FIRMANTE JESÚS SERRANO MARTÍNEZ		



	PLANO	VISTA GENERAL	PLANO N° 3	ESCALA
	FECHA	24 DE AGOSTO DE 2020	INSTALACIÓN ELÉCTRICA VIVIENDA	
FIRMANTE			JESÚS SERRANO MARTÍNEZ	



	PLANO SUPERFICIES VIVIENDA	PLANO N° 4	ESCALA 1:100
	FECHA 24 DE AGOSTO DE 2020	INSTALACIÓN ELÉCTRICA VIVIENDA	
FIRMANTE		JESÚS SERRANO MARTÍNEZ	

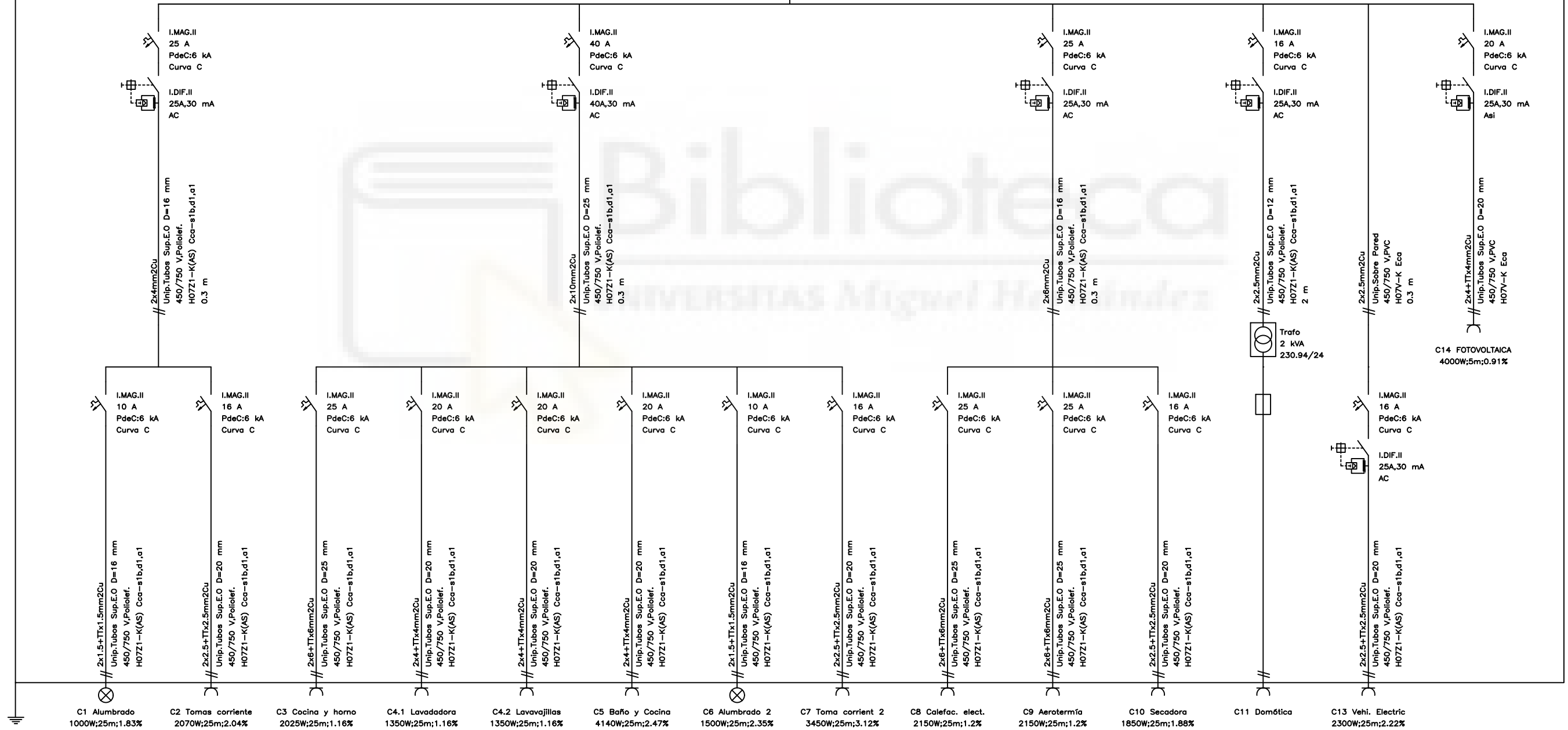
Cuadro General de Mando y Protección

ACOMETIDA: 1x25/54.6mm²Alm
 Bipolares Trenz-Neut.FI 7 m.
 0.6/1 kV,XLPE, RZ Fca

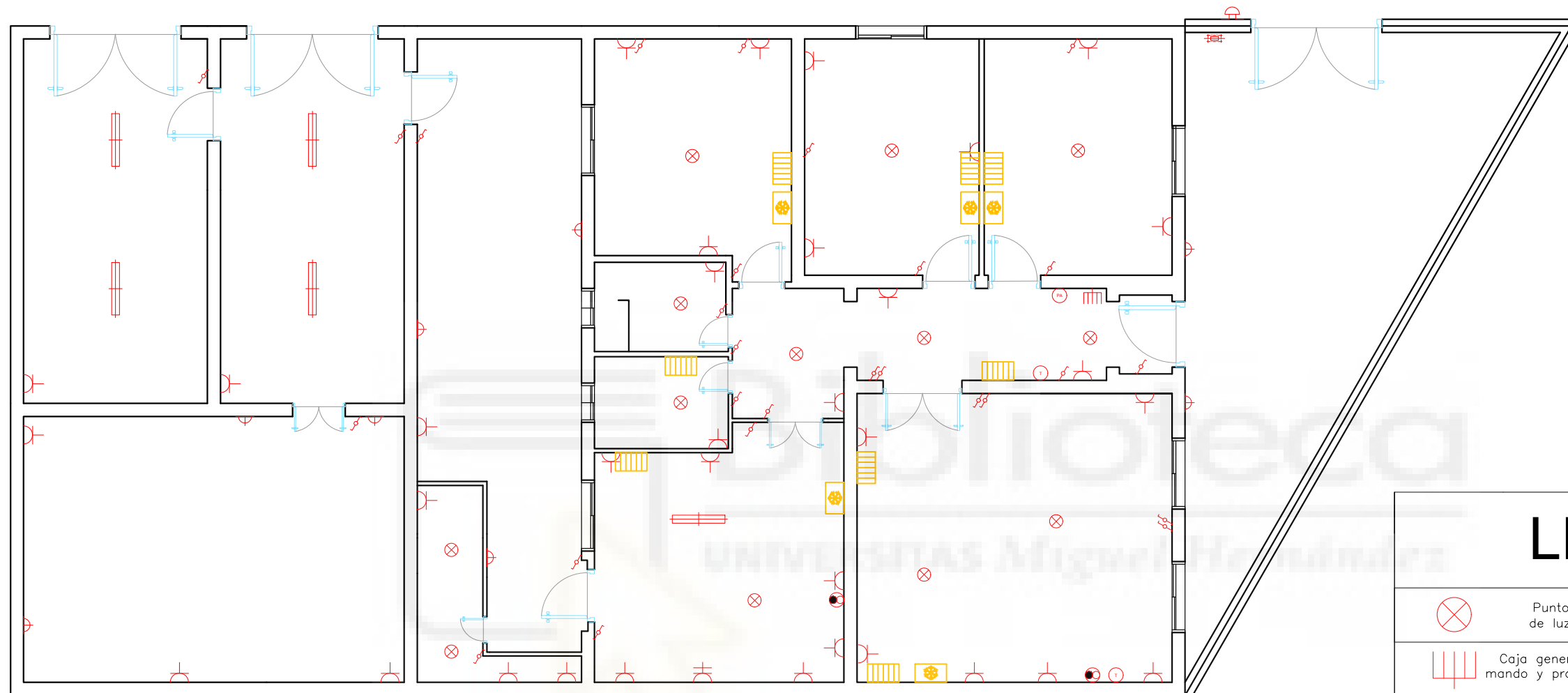
CAJA GENERAL DE PROTECCION
 FUSIBLES: 63 A; PdeC:50 kA
 LINEA GENERAL DE ALIMENTACION: 2x16+TTx16mm²Cu
 Unipolares Tubos Sup.E.O D=75 mm 5 m.
 0.6/1 kV,XLPE+Pol, RZ1-K(AS) Cca=s1b,d1,a1

EQUIPO DE MEDIDA
 DERIVACION INDIVIDUAL: 2x10+TTx10mm²Cu
 Unipolares Tubos Sup.E.O D=40 mm 5 m.
 0.6/1 kV,XLPE+Pol, RZ1-K(AS) Cca=s1b,d1,a1

INTERRUPTOR GENERAL AUTOMATICO: 40 A,II
 PdeC:6 kA; Curva C



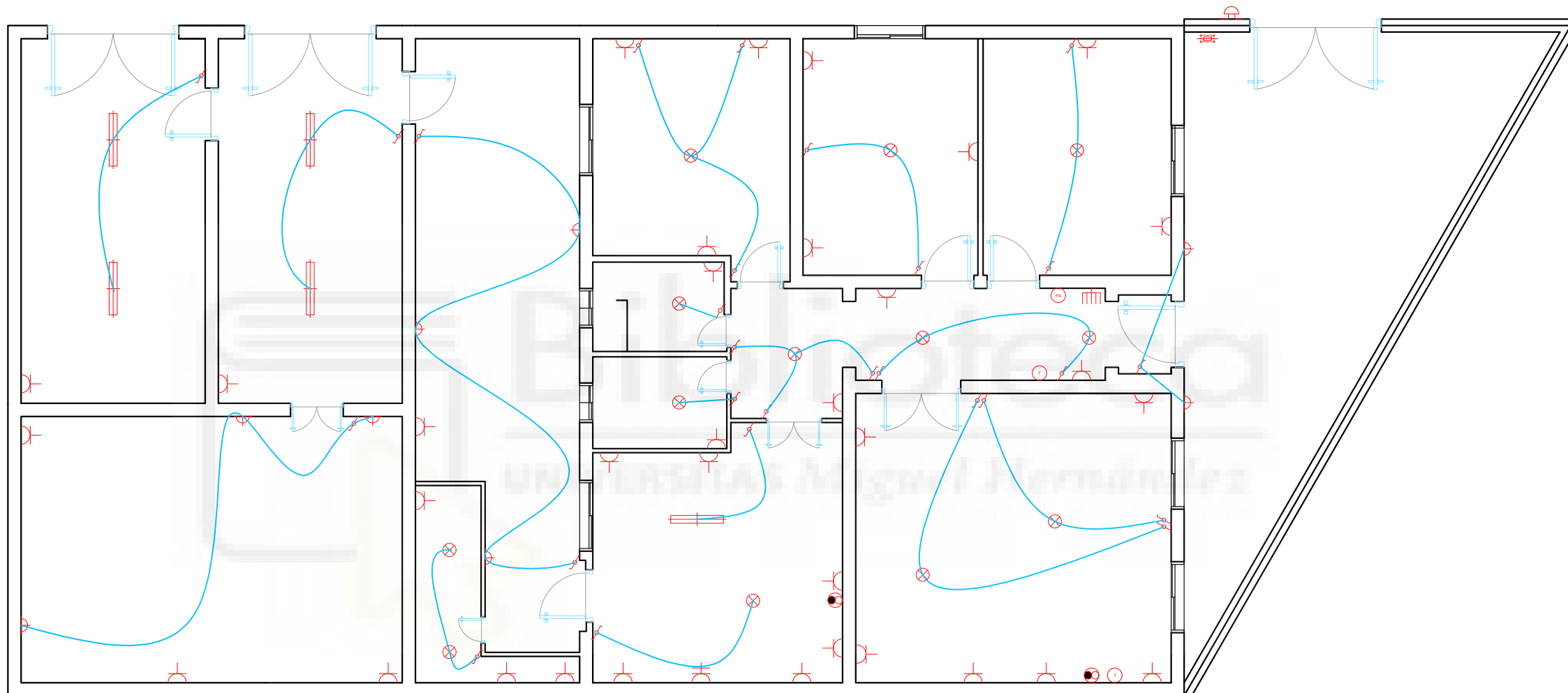
	PLANO	ESQUEMA UNIFILAR	PLANO N° 5	ESCALA
	FECHA	24 DE AGOSTO DE 2020		INSTALACIÓN ELÉCTRICA VIVIENDA
FIRMANTE			JESÚS SERRANO MARTÍNEZ	




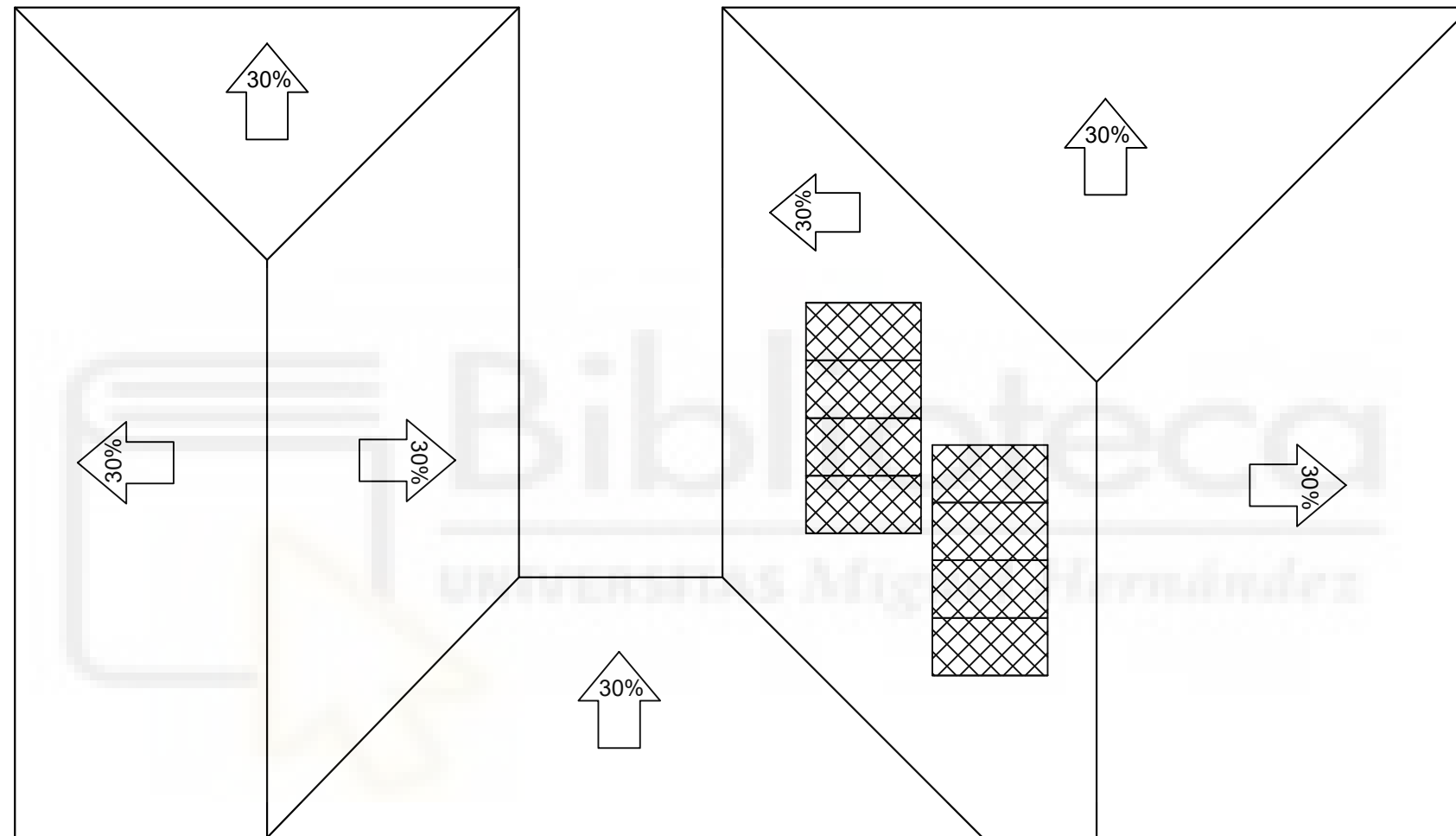
LEYENDA


	Punto de luz		Toma de teléfono
	Caja general de mando y protección		Toma de televisión
	Conmutador de vaiven		Portero automático
	Timbre		Aire acondicionado
	Caja general de protección		Radiador
	Toma de corriente 10/16 A		Toma de corriente 25 A
	Toma de corriente 10/16 A		Pantalla fluorescente de 2 tubos

	PLANO ELEMENTOS ELÉCTRICOS	PLANO N° 6	ESCALA 1:100
	FECHA 24 DE AGOSTO DE 2020	INSTALACIÓN ELÉCTRICA VIVIENDA	
FIRMANTE		JESÚS SERRANO MARTÍNEZ	



	PLANO		ESCALA
	CONTROL LUMINARIAS	PLANO N° 7	1:100
	FECHA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA VIVIENDA	
	24 DE AGOSTO DE 2020	FIRMANTE	PÁGINA
		JESÚS SERRANO MARTÍNEZ	55



	PLANO	TEJADO	PLANO N° 8	ESCALA
	FECHA	24 DE AGOSTO DE 2020	INSTALACIÓN ELÉCTRICA VIVIENDA	
FIRMANTE			JESÚS SERRANO MARTÍNEZ	

PLIEGO DE CONDICIONES



ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	75
1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN	75
1.2. OBJETIVO DEL PLIEGO DE CONDICIONES	75
1.3. SEGURIDAD EN EL TRABAJO	75
1.4. SEGURIDAD PÚBLICA	76
1.6. DATOS DE LA OBRA	76
1.7. DATOS DE LA OBRA	77
1.8. CONDICIONES GENERALES	77
1.9. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN	78
1.10. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE	79
1.11. LIMPIEZA DE LA OBRA	79
1.12. LIMPIEZA DE LA OBRA	79
1.13. PERIODOS DE GARANTÍA	80
1.14. RESCISIÓN DE CONTRATO	80
2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	81
2.1. GENERALIDADES	81
2.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	81
2.2.1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES	81
2.2.2. APARATOS DE PROTECCIÓN	82
2.2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES	82
2.2.4. SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES	83
2.2.5. CONEXIONES ELÉCTRICAS	83
2.3. RED DE TIERRA	84
2.3.1. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIABILIDAD	84
2.3.2. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIABILIDAD	84
2.3.3. CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN	84

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este pliego de condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

1.2. OBJETIVO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El instalador está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Instalador deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

1.3. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Instalador está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los

metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesta a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.4. SEGURIDAD PÚBLICA

El Instalador deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Instalador mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Instalador o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.6. DATOS DE LA OBRA

Se entregará al instalador una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

Éste no podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Además, se hará responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

No se harán por el Instalador alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.7. DATOS DE LA OBRA

El Director de Obra, una vez que el Instalador esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de estas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Instalador las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Instalador.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Instalador.

1.8. CONDICIONES GENERALES

El instalador deberá suministrar los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Presupuesto, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio. Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Presupuesto, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio,

pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes, etc., deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Instalador deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este pliego de condiciones, salvo cuando en otra parte del Proyecto, por ejemplo, el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Instalador suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar arrancar y probar cada equipo, subsistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción. La Dirección facultativa se reserva el derecho de pedir al Instalador, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

1.9. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Instalador deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje y pruebas parciales de las redes de alimentación de, electricidad y protección contra incendios.
- Montaje de cuadros eléctricos, equipos de control, elementos de alumbrado y fuerza, sistemas contra incendios y de gestión de energía eléctrica.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la instalación, el Instalador, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la Dirección facultativa para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros instaladores correrá a cargo de la Dirección facultativa, o persona o entidad delegada por la misma.

1.10. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Instalador deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones. En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el instalador deberá notificar las anomalías a la dirección facultativa para las oportunas rectificaciones.

1.11. LIMPIEZA DE LA OBRA

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Instalador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías...).

1.12. LIMPIEZA DE LA OBRA

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la Dirección facultativa cuando así se requiera.

1.13. PERIODOS DE GARANTÍA

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Instalador es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales. Durante este periodo, el Instalador garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

1.14. RESCISIÓN DE CONTRATO

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Instalador, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la Dirección facultativa.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Instalador tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

2.1. GENERALIDADES

El contratista se comprometerá a utilizar los materiales con las características y marcas que se especifican en el proyecto, si por alguna circunstancia el Contratista quisiera utilizar materiales o aparatos distintos a los especificados en el proyecto, éstos deberán de ser de características similares y necesitará tener la pertinente autorización del Ingeniero Director de obra para poder utilizar estos nuevos materiales.

Una vez iniciadas las obras, deberán continuar sin interrupción, salvo indicación expresa del Director de la obra. El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la ejecución adecuada y rápida de las mismas.

2.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.2.1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNEEN 60.439 - 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

2.2.2. APARATOS DE PROTECCIÓN

El interruptor automático general, será de accionamiento manual o mediante bobina de disparo, el resto de los interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando circuitos, sin posibilidad de tomar posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar en el punto donde se encuentran instalados, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a los 60°C.

Se instalará un interruptor magnetotérmico por cada circuito y en el mismo aparecerán marcadas su intensidad y tensión nominal de funcionamiento.

Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen, se colocarán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán cambiar en tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión de servicio.

Los interruptores diferenciales podrán proteger a uno o varios circuitos a la vez, provocando la apertura del circuito o circuitos que protegen cuando en alguno de ellos se produzcan corrientes de defecto.

2.2.3. 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.

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, negro o gris.

2.2.4. SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo, a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda la instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

2.2.5. CONEXIONES ELÉCTRICAS

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

2.3. RED DE TIERRA

2.3.1. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIABILIDAD

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

2.3.2. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIABILIDAD

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

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

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

2.3.3. CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN

Tendrá como mínimo, las dimensiones calculadas en el presente proyecto, para que pueda albergar toda la aparamenta y los dispositivos de mando y protección necesarios de la instalación eléctrica de la nave.

Junto al cuadro de distribución de baja tensión se colocará una batería automática de condensadores para mejorar el $\cos\phi$ de la instalación, el cual será bajo, debido al elevado número de motores que existen en la instalación.

PRESUPUESTO



Presupuesto parcial nº 1 Instalación de puesta a tierra

Código	Ud	Denominación Medición	Precio	Total
1.1 PIQ2M	u	Piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14.2 mm y longitud 2 metros, incluso hincado y conexiones, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
		Total u		
	:	1,000	24,79
			24,79	
1.2 CONDTRRA	m	Conducción de puesta a tierra enterrada a una profundidad mínima de 80 cm, instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección, incluso excavación y relleno, medida desde la arqueta de conexión hasta la última pica, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
		Total m		
	:	30,000	16,41
			492,30	
1.3 PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.		
		Total u		
	:	1,000	120,00
			120,00	



Presupuesto parcial n° 2 Instalación de suministro eléctrico

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 EIEL22aaa	u	Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 500 mm de alto por 300 mm de ancho y 215 mm de profundidad, índice de protección IP 43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 9 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	2,000	374,72	749,44
2.2 RZ1_Fca	m	Suministro y tendido de cable flexible de aluminio (RZ1), cero halógenos, para línea de enlace o acometida, de 1x25 mm2 de sección y de tensión nominal de 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefinas, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	400,000	16,77	6.708,00
2.3 RZ1K_16	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables RZ1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0.6/1kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 16mm2 de sección para las fases y 16mm2 para el cable de tierra, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	15,000	4,16	62,40
2.4 RZ1K_10	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables RZ1-K(AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0.6/1kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 10 mm2 de sección para las fases y 10 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	15,000	5,23	78,45
2.5 H07Z1K_50	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 50 mm2 de sección para las fases y 50 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	25,000	9,27	231,75
2.6 H07Z1K_16	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 16 mm2 de sección para las fases y 16 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	15,000	6,83	102,45
2.7 H07Z1K_10	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 10 mm2 de sección para las fases y 10 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	5,000	6,06	30,30

Presupuesto parcial n° 2 Instalación de suministro eléctrico

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.8 H07Z1K_6	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 6 mm2 de sección para las fases y 6 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión2002.			
		Total m	275,000	5,39	1.482,25
2.9 H07Z1K_4	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 4 mm2 de sección para las fases y 4 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión2002.			
		Total m	270,000	4,50	1.215,00
2.10 H07Z1K_2.5	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 2.5mm2 de sección para las fases y 2.5mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión2002.			
		Total m	300,000	2,21	663,00
2.11 H07Z1K_1.5	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 1.5mm2 de sección para las fases y 1.5mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión2002.			
		Total m	150,000	2,09	313,50
2.12 TOMCORR_1016	u	Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 10/16A, 230 V, incluso marco, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión2002.			
		Total u	34,000	13,46	457,64
2.13 TOMCORR_25	u	Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 25, 230 V, incluso marco, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión2002.			
		Total u	1	13,46	13,46
2.14 PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.			
		Total u	2,000	120,00	240,00

Presupuesto parcial n° 3 Instalación de protección eléctrica

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 CGP7	u	Caja General de Protección esquema 7 de 100 A con bases BUC			
		Total u	1,000	109,28	109,28
3.2 CPM3	u	Modelo CPM3-D2/2-M. Caja de protección y medida en B.T. empotrable. Capacidad para un contador monofásico multifunción con dispositivo de discriminación horaria.			
		Total u	1,000	275,12	275,12
3.3 MGNT40_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 40 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	2,000	275,12	550,24
3.4 MGNT25_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	5,000	36,81	184,05
3.5 MGNT20_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 20 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	4,000	33,02	132,08
3.6 MGNT16_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	4,000	31,89	127,56
3.7 MGNT10_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	3,000	31,89	95,67
3.8 FUS_63	u	Instalación de fusible tipo gL/gG, con intensidad nominal de 63 A, hasta 500V y capacidad de ruptura 50 kA. Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	4,000	31,42	125,68
3.9 DIF40_2P	u	Suministro e instalación de interruptor diferencial bipolar de 40A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 30mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y gama terciario/industrial, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, conectado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	5,000	67,46	337,30
3.10 DIF25_2P	u	Suministro e instalación de interruptor diferencial bipolar de 25A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 30mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y gama terciario/industrial, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, conectado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	1,000	65,72	65,72
3.11 TBO75	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 75 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	5,000	2,79	13,95
3.12 TBO50	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 50 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	12,000	2,20	26,40

Presupuesto parcial n° 3 Instalación de protección eléctrica

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.13 TBO40	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 40 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	5,000	1,97	9,85
3.14 TBO25	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 25 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	75,000	1,77	132,75
3.15 TBO20	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 20 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	180,000	1,73	311,40
3.16 TBO16	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 16 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total m	54,000	1,72	92,88
3.17 PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.			
		Total u	2,000	120,00	240,00



Presupuesto parcial n° 4 Instalación de alumbrado general

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 LUM_BCS	u	Instalación de luminaria Downlight de superficie adaptable en blanco de 2400lm 28 W. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	1,000	44,62	44,62
4.2 LUM_MVP	u	Instalación completa de Panel LED 60x60Cm Marco Blanco 36W 3623Lm UGR19. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	3,000	32,02	96,06
4.3 LUM_RC127	u	Instalación completa de Foco downlight LED 6W Extraplano blanco redondo. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	3,000	34,66	103,98
4.4 LUM_RS061	u	Instalación completa de Plafón LED MANTRA Zero de 50W. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	2,000	27,48	54,96
4.5 LUM_RS742	u	Instalación completa de luminaria EGLO 22463 - Aplique exterior LATERNA 51xE27/60W blanco. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
		Total u	12,000	32,90	394,80
4.6 EIEM13baab	u	Interruptor conmutador empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250 V con tecla y con marco, incluso pequeño material, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.			
		Total u	17,000	11,77	200,09
4.7 PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.			
		Total u	2,000	120,00	240,0



Presupuesto parcial nº 6 Instalación fotovoltaica

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
6.1 EINN.3i	ud	Inversor de onda senoidal pura monofásico conectado a red con marcado CE, de 4000 W de potencia máxima de entrada con un rango de tensión fotovoltaica de 100 a 550Vcc y corriente máxima de 17A en DC y 13.5A en AC. Con protección IP65, con leds indicadores de tensión, sobrecarga y temperatura, trabajando como fuente de corriente, autoconmutado y con seguidor del punto de máxima potencia conforme a las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética, totalmente instalado comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE.			
	Total ud		1,000	1.280,80	1.280,80
6.2 EINM.1bbu	ud	Módulo fotovoltaico Monocristalino de alto rendimiento, clase II y grado de protección mínimo IP65, con 375 Wp de potencia, tensión 24V, cualificado por el CIEMAT u otro laboratorio acreditado y conforme a las especificaciones UNE-EN 61215:1997, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE.			
	Total ud		8,000	463,56	3.708,48
6.3 PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.			
	Total u		1,000	120,00	120,00



Presupuesto parcial n° 7 Seguridad y Salud

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
7.1 Sys	u	Presupuesto del proyecto correspondiente al análisis de Seguridad y Salud.			
		Total u	1,000	1.000,00	1.000,00



Presupuesto de ejecución material

1. Instalación de puesta a tierra	637,09
2. Instalación de suministro eléctrico	12.334,18
3. Instalación de protección eléctrica	2.829,93
4. Instalación de alumbrado general	1.134,51
6. Instalación fotovoltaica.....	5.109,28
7. Seguridad y Salud	1.000,00
	<hr/>
Total:	23.044,99

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de VEINTITRES MIL CUARENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Alicante a 28 de noviembre de 2020





Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1	u de Caja General de Protección esquema 7 de 100 A con bases BUC Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 98,20 2,67	109,28
2	m de Conducción de puesta a tierra enterrada a una profundidad mínima de 80 cm, instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección, incluso excavación y relleno, medida desde la arqueta de conexión hasta la última pica, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	10,85 5,16 0,40	16,41
3	u de Modelo CPM3-D2/2-M. Caja de protección y medida en B.T. empotrable. Capacidad para un contador monofásico multifunción con dispositivo de discriminación horaria. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 260,00 6,71	275,12
4	u de Suministro e instalación de interruptor diferencial bipolar de 25A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 30mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y gama terciario/industrial, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, conectado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 55,71 1,60	65,72
5	u de Suministro e instalación de interruptor diferencial bipolar de 40A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 30mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y gama terciario/industrial, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, conectado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 57,40 1,65	67,46
6	u de Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 500 mm de alto por 300 mm de ancho y 215 mm de profundidad, índice de protección IP 43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 9 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	67,80 297,78 9,14	374,72
7	u de Interruptor conmutador empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250 V con tecla y con marco, incluso pequeño material, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	4,50 6,98 0,29	11,77

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
8	<p>u de Instalación de fusible tipo gL/gG, con intensidad nominal de 63 A, hasta 500V y capacidad de ruptura 50 kA. Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p> <p>Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos</p>	<p>8,41 22,24 0,77</p>	31,42
9	<p>m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 1.5mm² de sección para las fases y 1.5mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p> <p>Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos</p>	<p>1,81 0,23 0,05</p>	2,09
10	<p>m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 10 mm² de sección para las fases y 10 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p> <p>Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos</p>	<p>1,81 4,10 0,15</p>	6,06
11	<p>m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 16 mm² de sección para las fases y 16 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p> <p>Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos</p>	<p>1,81 4,85 0,17</p>	6,83
12	<p>m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 2.5mm² de sección para las fases y 2.5mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p> <p>Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos</p>	<p>1,81 0,35 0,05</p>	2,21

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
13	m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 4 mm2 de sección para las fases y 4 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	Mano de obra	1,81	
	Materiales	2,58	
	2,5 % Costes indirectos	0,11	
			4,50
14	m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 50 mm2 de sección para las fases y 50 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	Mano de obra	1,81	
	Materiales	7,23	
	2,5 % Costes indirectos	0,23	
			9,27
15	m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 6 mm2 de sección para las fases y 6 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	Mano de obra	1,81	
	Materiales	3,45	
	2,5 % Costes indirectos	0,13	
			5,39
17	u de Instalación de luminaria Downlight de superficie adaptable en blanco de 2400lm 28 W. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	Mano de obra	3,53	
	Materiales	40,00	
	2,5 % Costes indirectos	1,09	
			44,62

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
18	u de Instalación completa de Panel LED 60x60Cm Marco Blanco 36W3623Lm UGR 19. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	5,24 26,00 0,78	32,02
19	u de Instalación completa de Foco downlight LED 6W Extraplano blanco redondo. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	5,81 28,00 0,85	34,66
20	u de Instalación completa de Plafón LED MANTRA Zero de 50W. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	5,91 20,90 0,67	27,48
21	u de Instalación completa de luminaria EGLO 22463 - Aplique exterior LATERNA 5 1xE27/60W blanco. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	4,10 28,00 0,80	32,90
22	u de Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 22,70 0,78	31,89
23	u de Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 22,70 0,78	31,89
24	u de Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 20 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 23,80 0,81	33,02

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
25	u de Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 27,50 0,90	36,81
26	u de Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 40 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	8,41 260,00 6,71	275,12
27	u de Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente. Sin descomposición 2,5 % Costes indirectos	117,07 2,93	120,00
28	u de Piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14.2 mm y longitud 2 metros, incluso hincado y conexiones, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	10,85 13,34 0,60	24,79
29	m de Suministro y tendido de cable flexible de aluminio (RZ1), cero halógenos, para línea de enlace o acometida, de 1x25 mm2 de sección y de tensión nominal de 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefinas, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,81 14,55 0,41	16,77
30	m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables RZ1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0.6/1kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 10 mm2 de sección para las fases y 10 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,81 3,29 0,13	5,23

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
31	m de Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables RZ1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0.6/1kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 16mm ² de sección para las fases y 16mm ² para el cable de tierra, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,81 2,25 0,10	4,16
32	u de Presupuesto del proyecto correspondiente al análisis de Seguridad y Salud. Sin descomposición 2,5 % Costes indirectos	975,61 24,39	1.000,00
33	m de Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 16 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,57 0,11 0,04	1,72
34	m de Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 20 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,57 0,12 0,04	1,73
35	m de Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 25 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,57 0,16 0,04	1,77
36	m de Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 40 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,57 0,35 0,05	1,97
37	m de Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 50 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,57 0,58 0,05	2,20

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
38	m de Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 75 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	1,57 1,15 0,07	2,79
39	u de Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 10/16A, 230 V, incluso marco, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	2,69 10,44 0,33	13,46
40	u de Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 25 A, 230 V, incluso clavija, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Mano de obra Materiales 2,5 % Costes indirectos	2,69 10,44 0,33	13,46



Capítulo	Importe
1 Instalación de puesta a tierra	637,09
2 Instalación de suministro eléctrico	12.334,18
3 Instalación de protección eléctrica	2.829,93
4 Instalación de alumbrado general	1.134,51
5 Instalación de aerotermia	7.241,79
6 Instalación fotovoltaica	5.109,28
7 Seguridad y Salud	1.000,00
Presupuesto de ejecución material	30.286,78
16% de gastos generales	4.845,88
6% de beneficio industrial	1.817,21
Suma	36.989,79
21% IVA	7.759,46
Presupuesto de ejecución por contrata	44.749,25

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUARENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y NUEVE CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.

Alicante a 28 de noviembre de 2020



ANEJOS



INDICE DE ANEJOS

ANEJO 1: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	105
ANEJO 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	129
ANEJO 3: CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	135
ANEJO 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	144
ANEJO 5: CUADRO DE MATERIALES	151
ANEJO 6: CUADRO DE MANO DE OBRA	154
ANEJO 7: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	156
ANEJO 8: GUIA PARA EL USUARIO	171
ANEJO 9: FICHAS TÉCNICAS.....	175
ANEJO 10: BIBLIOGRAFÍA	184



ANEJO 1: INSTALACIÓN ELÉCTRICA



INDICE ANEJO 1

1. ACOMETIDA	107
2. INSTALACIÓN DE ENLACE	107
2.1.1. CAJA DE PROTECCIÓN	108
2.1.2. LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.....	109
2.1.3. CAJA DE MEDIDA.....	110
2.1.4. DERIVACIÓN INDIVIDUAL	111
2.1.5. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN	112
3. INSTALACIONES INTERIORES	114
3.1. CIRCUITOS INTERIORES.....	114
3.1.1. C1, ALUMBRADO.....	114
3.1.2. C2, TOMAS DE CORRIENTE.....	117
3.1.3. C3, COCINA Y HORNO	117
3.1.4. C4.1, LAVADORA	118
3.1.5. C4.2, LAVAVAJILLAS	118
3.1.6. C5, BAÑO Y COCINA	118
3.1.7. C8, CALEFACCIÓN ELÉCTRICA.....	118
3.1.8. C9, AEROTERMIA	119
3.1.9. C10, SECADORA	120
3.1.10. C11, DOMÓTICA	120
3.1.11. C13, VEHÍCULO ELÉCTRICO	120
3.1.12. C14, FOTOVOLTAICA.....	121
3.2. CONDUCTORES.....	121
3.2. CONEXIONES.....	123
4. PREINSCRIPCIONES GENERALES	124
5. INSTALACIÓN DE LOS CUARTOS DE BAÑO	125
6. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	127
7. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	127
8. PUESTA A TIERRA.....	128

1. ACOMETIDA

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser aérea posada sobre fachada o tensada sobre postes, subterránea o aéreo-subterránea.

En este caso la acometida será aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.

Los conductores serán bipolares 1x25/54.6mm²Al/Alm con un nivel de aislamiento, 0.6/1 kV, XLPE. Designación UNE: RZ Fca.

La acometida tiene una longitud de 6 m, con una caída de tensión del 0.3%. La caída de tensión máxima admisible para la acometida es del 0,5 %, por lo tanto, el conductor escogido cumple con las especificaciones.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto, su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

2. INSTALACIÓN DE ENLACE

Son instalaciones de enlace, las que unen la caja general de protección a las instalaciones interiores o receptoras. Se componen caja general de protección, línea general de alimentación, elementos para la ubicación de contadores y derivación individual.

2.1.1. CAJA DE PROTECCIÓN

Es la caja que aloja los elementos de protección Figura 12 de la línea general de alimentación. Además, es la parte que separa la instalación correspondiente a la empresa suministradora de la instalación correspondiente al usuario.

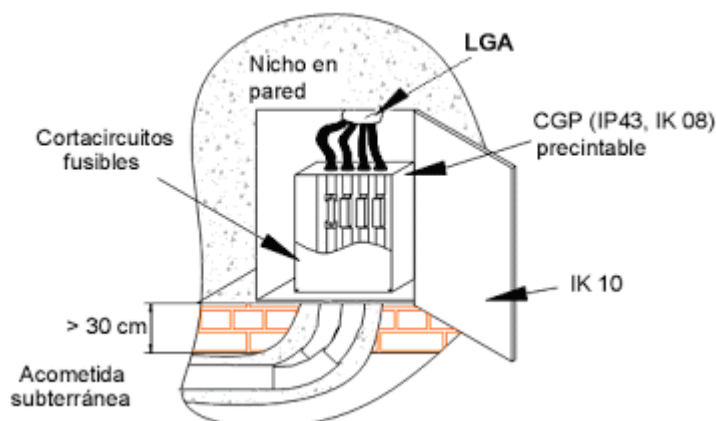


Figura 28. Ejemplo de caja general de protección

Las cajas de protección cumplirán (Tabla 12) todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.234 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

Tabla 10. Normas UNE para CGP

Producto	Norma de aplicación	
CGP (Conjunto de aparamenta)	UNE-EN 60439-1	
Caja (para conjunto de aparamenta) de Clase II	UNE-EN 60439-1	
Cartuchos fusibles y bases abiertas	UNE-EN 60269 (serie)	
Bases cerradas (BUC) con contactos fusibles de cuchilla	UNE-EN 60269 (serie) UNE-EN 60947-3	
Tubos	Rígido, hasta 2,5 m de altura, 4421	
	Rígido 4321	UNE-EN 50086-2-1
	Enterrado (Acometida subterránea)	UNE-EN 50086-2-4
<p>Nota 1: Los diferentes componentes que conforman una CGP (caja y fusibles) deberán cumplir con su correspondiente norma de producto. Cuando se comercializan montados, todos estos elementos, constituyen el conjunto de aparamenta y deberán cumplir con las prescripciones de la norma (UNE-EN 60439-1).</p> <p>Nota 2: El grado de protección IP43, el grado de protección contra los impactos mecánicos externos IK08 y el grado de inflamabilidad se verificarán de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN 50298. El grado de inflamabilidad será:</p> <ul style="list-style-type: none"> - (960 ± 10) °C para las partes que soportan partes activas - (650 ± 10) °C para todas las demás partes 		

La CGP a utilizar debe de corresponder a uno de los tipos recogidos en las especificaciones de la empresa suministradora y que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente. El neutro tendrá una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, y dispondrá de borne de conexión a tierra por si procede. En nuestro proyecto, la CGP a instalar será una CGP-7-100/BUC.

2.1.2. LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Es aquella que enlaza la CGP con la centralización de contadores y tiene la función principal de llevar toda la potencia hasta la centralización de contadores. La LGA se puede instalar de las siguientes formas, conductores aislados en el interior de tubos empotrados, conductores aislados en el interior de tubos enterrados, conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial, conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil, canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNEEN 60.439-2. Roberto Carbogno San Miguel Inst. Eléc. de edificio de viviendas 18, conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

En cuanto a su instalación, hay que seguir una serie de directrices:

- El trazado de la LGA será lo más corto y rectilíneo posible discurriendo por zonas de uso común.
- Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro en función de la sección del cable a instalar será el que se indica en la tabla 1.
- Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.
- Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

También hay unas directrices en lo referente a los cables y elementos de conducción:

- Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de Cobre o Aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios. Roberto Carbogno San Miguel Inst. Eléc. de edificio de viviendas 19

- Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Serán los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 ó 5 con la denominación genérica RZ1-K 0,6/1 KV cumplen con esta prescripción.

- Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los “no propagadores de la llama” de las normas UNEEN 50085-1 y UNEEN 50086-1.

Tabla 11. Diámetro de los tubos en función de los conductores

Secciones (mm ²)		Diámetro exterior de los tubos (mm)
FASE	NEUTRO	
10 (Cu)	10	75
16 (Cu)	10	75
16 (Al)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

En este caso la LGA va instalada en conductores aislados en el interior de tubos empotrados. Tiene una longitud de 9 m y los conductores elegidos son conductores unipolares 2x16+TTx16mm² Cu de nivel de aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b, d1, a1. En este caso el diámetro exterior del tubo será de 75 mm.

2.1.3. CAJA DE MEDIDA

El conjunto de medida deberá estar situado en un lugar de tránsito general, de fácil y libre acceso y con permanente accesibilidad al personal de la empresa distribuidora, con el objeto de facilitar las tareas de lectura, verificación o mantenimiento. Estas

instalaciones serán propiedad del cliente, el cual se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

Nuestra caja de medida será, según Tabla 14, del tipo CPM3-D2/2-M.

Tabla 12. Cajas normalizadas.

CAJAS NORMALIZADAS. UTILIZACION, DESIGNACION Y CODIGO

Tipo de suministro	Nº de contadores	Tipo de instalación	Designación	Código Iberdrola
Monofásico hasta 63 A	1 CE	Empotrable	CPM1-D2-M	4272001
	1 CE	Intemperie	CPM1-D2-I	4272002
	2 CE	Empotrable	CPM3-D2/2-M	4272021
	2 CE	Intemperie	CPM3-D2/2-I	4272023
Trifásico Hasta 15 kW Hasta 43,5 kW (Medida directa)	1 CE o CG	Empotrable	CPM2-D/E4-M	4272014
	1 CE o CG	Intemperie	CPM2-D/E4-I	4272016
	1CE o CG	Empotrable	CPM2-D/E4-MBP	4272017
	1 CE o CG	Intemperie	CPM2-D/E4-IBP	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta) TI	1 CG	Empotrable	CMT-300E-M	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida indirecta) TI	1 CG	Intemperie	CMT-750E-I	4272120

2.1.4. DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 61.439.

- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Su clase de reacción al fuego mínima será Cca-s1b, d1, a1. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

En este proyecto los conductores a emplear son Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm² Cu, con nivel Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b, d1, a1. Con una canalización: B1-Unip.Tubos Superficiales o empotrados en obra con un tubo de diámetro exterior de 40 mm.

2.1.5. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE-EN 60670-1 y UNE-EN 61.439, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE-EN 60529 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte unipolar, que permita su accionamiento manual y que este dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte unipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23 si fuese necesario.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

En el proyecto se va a instalar un diferencial por cada grupo de circuitos cumpliendo con lo estipulado en el apartado 2.3.2 de la ITC-BT-25 donde se manifiesta que como mínimo se dispondrá un diferencial por cada cinco circuitos instalados.

3. INSTALACIONES INTERIORES

3.1. CIRCUITOS INTERIORES

Los circuitos interiores que formarán la instalación, tal y como lo indica la ITC-BT-25 son los siguientes:

Tabla 13. Circuitos interiores

Designación	Descripción del circuito
C1	Alumbrado
C2	Tomas de corriente
C3	Cocina y horno
C4.1	Lavadora
C4.2	Lavavajillas
C5	Baño y cocina
C6	Alumbrado 2
C7	Tomas de corriente 2
C8	Calefacción eléctrica
C9	Aerotermia
C10	Secadora
C11	Domótica
C13	Vehículo eléctrico
C14	Fotovoltaica

3.1.1. C1, ALUMBRADO

Este apartado se aplica de igual forma al circuito C6, ya que este último no es más que es un circuito adicional del tipo C1. Estos son circuitos de distribución interna, destinados a alimentar los puntos de iluminación del inmueble.

Para el C1 se ha previsto una potencia de 1080 W y en C6 una potencia de 1500 W, aplicando en ambos casos un factor de simultaneidad del 0,75 y un factor de utilización del 0,5, según indica la ITC-BT-25.

Para usarán diferentes luces para iluminar las estancias de la vivienda:

- **Salón:** Downlight de superficie adaptable en blanco de 2400lm 28 W.



Figura 29. Foco Downlight LED salón

- **Dormitorios:** Panel LED 60x60Cm Marco Blanco 36W 3623Lm UGR 19.



Figura 30. Panel LED dormitorio

- **Pasillo:** Foco downlight LED 6W Extraplano blanco redondo.



Figura 31. Foco downlight LED pasillo

- **Cocina:** Plafón LED MANTRA Zero de 50W.



Figura 32. Plafón LED cocina

- **Baños:** Secom Nuva 4000 Downlight LED, 18 watts, Blanco.



Figura 33. Secom Nuva baños

- **Exterior y patios:** EGLO 22463 - Aplique exterior LATERNA 5 1xE27/60W blanco.



Figura 34. EGLO 22463 exteriores

3.1.2. C2, TOMAS DE CORRIENTE

Al igual que para el alumbrado, contamos con dos circuitos destinados a las tomas de corriente, C2 y C7. Se definen como, circuitos de distribución interna, destinados a tomas de corriente de uso general y frigorífico. Para el C2 se ha previsto una potencia de 2070 W y en C7 una potencia de 3450 W, aplicando en ambos casos un factor de simultaneidad del 0,2 y un factor de utilización del 0,25, según indica la ITC-BT-25.

En la Figura 19 se puede observar el tipo de toma que deberá ser instalada:

C2a: Base bipolar con contacto lateral de tierra 10/16A 250 V
(Base de 10/16A de uso general)

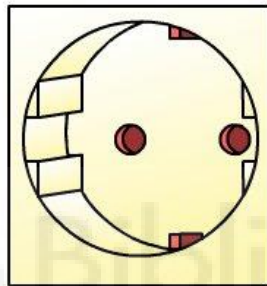


Figura 35. Toma de corriente de uso general

3.1.3. C3, COCINA Y HORNO

El C3 es un circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno. Se ha previsto una potencia de 2025 W aplicando un factor de simultaneidad del 0,5 y un factor de utilización del 0,75, según indica la ITC-BT-25.

En la Figura 20 se puede observar el tipo de toma que deberá ser instalada:

ESB 25-5a: Base bipolar con contacto de tierra 25A 250 V
(Base de 25A para cocina)

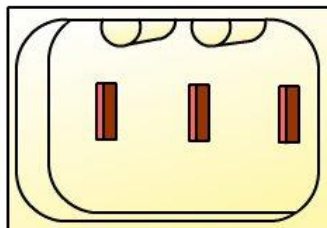


Figura 36. Toma de corriente para horno y cocina

3.1.4. C4.1, LAVADORA

En este caso, el C4 se ha dividido en C4.1 y C4.2, con la finalidad de dotar de mayor fiabilidad a estos circuitos, además no tenemos termo eléctrico, pues contamos con un sistema de aerotermia, por tanto, no tienes sentido la instalación de un termo eléctrico. El C4.1 es un circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora. Se ha previsto de una potencia de 1350 W, aplicando un factor de simultaneidad del 0,66 y un factor de utilización del 0,75, según indica la ITC-BT-25.

Se emplearán las tomas a las que se refiere en la Figura 19; 16 A, 2P+T.

3.1.5. C4.2, LAVAVAJILLAS

El C4.2 es un circuito de distribución interna, destinado a alimentar el lavavajillas. Se ha previsto de una potencia de 1350 W, con un factor de simultaneidad de 0,66 y un factor de utilización de 0,75, según indica la ITC-BT-25.

Se emplearán las tomas a las que se refiere en la Figura 19; 16 A, 2P+T.

3.1.6. C5, BAÑO 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 4140 W, aplicando un factor de simultaneidad del 0,4 y un factor de utilización del 0,5, según indica la ITC-BT-25.

Se emplearán las tomas a las que se refiere en la Figura 19; 16 A, 2P+T.

3.1.7. C8, CALEFACCIÓN ELÉCTRICA

Circuito de distribución interna, destinado a la calefacción eléctrica. Se ha previsto de una potencia de 2150 W, con un factor de simultaneidad de 0,7 y un factor de utilización de 0,6, según indica la ITC-BT-25.

Los radiadores empleados en el presente proyecto serán los mostrados a continuación:



*Figura 37. TAURUS TALLIN 1200 W
EMISOR TERMICO*

3.1.8. C9, AEROTERMIA

Circuito de distribución interna, destinado a la instalación del sistema de aerotermia. Se ha previsto de una potencia de 2150 W, aplicando un factor de simultaneidad de 0,4 y un factor de utilización de 0,5, según indica la ITC-BT-25.

El sistema a instalar en la vivienda es el mostrado a continuación:



*Figura 38. Aerotermia LG Therma V High Temperature
HN1610H.NK3*

Las características del sistema son las siguientes:

Tabla 14. Ficha técnica Aeroterminia

Capacidad calorífica (a +7 °C, ACS a 35 °C)	13.760 Kcal/h (16.00 kW)
Refrigerante	R-410A
Unidad interior	HN1610H.NK3
Unidad exterior	HU161HA.U33
COP	3.40
Medidas Unidad Interior (mm - alto x ancho x fondo)	1,080 x 520 x 330
Medidas Unidad Exterior (mm - alto x ancho x fondo)	1,080 x 520 x 330
Clasificación energética (Calefacción)	A+
Presión sonora (dBa)	43 dBa
T° Salida de agua máxima (Calor)	80°C
T° Salida de agua mínima (Frío)	35°C

3.1.9. C10, SECADORA

Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente. Se ha previsto de una potencia de 1850 W, aplicando un factor de simultaneidad de 1 y un factor de utilización de 0,75, según indica la ITC-BT-25.

Se emplearán las tomas a las que se refiere en la Figura 19; 16 A, 2P+T.

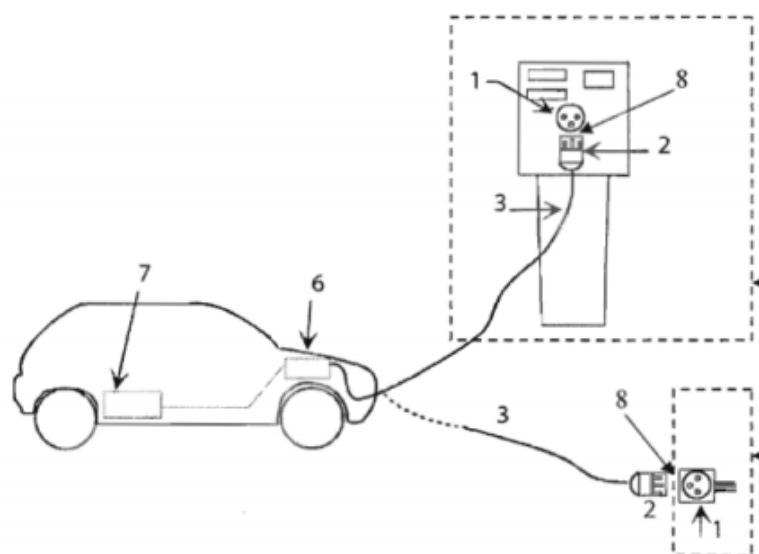
3.1.10. C11, DOMÓTICA

Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad. Se ha previsto de una potencia de 1450 W, aplicando un factor de simultaneidad de 0,7 y un factor de utilización de 0,75, según indica la ITC-BT-25.

3.1.11. C13, VEHÍCULO ELÉCTRICO

Circuito para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos. Se ha previsto de una potencia de 2300 W, instalado según indica la ITC-BT-52.

A continuación, en la Figura 23 podemos observar un esquema de la conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga:



Leyenda:	
1	Base de toma de corriente
2	Clavija
3	Cable de conexión
6	Cargador incorporado al VEHÍCULO ELÉCTRICO
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
9	Punto de recarga simple
10	SAVE

Figura 39. Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga

3.1.12. C14, FOTOVOLTAICA

Circuito para la infraestructura de la instalación fotovoltaica. Se ha previsto de una potencia de 4500 Wp, instalado según indica la ITC-BT-40.

Más adelante se ha dedicado un apartado específico para el cálculo y diseño de esta instalación.

3.2. CONDUCTORES

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre

el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %).

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE-EN 60364-5-52:2014.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Tabla 15. Sección mínima conductores de protección

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
Sf ≤ 16	Sf
16 < Sf ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/2

En nuestra instalación interior usaremos un tipo de cable, para los circuitos que alimentan el interior de la vivienda usaremos cables unipolares del tipo H07Z1-K(AS).

Los cables del tipo H07Z1-K(AS) (Figura 24), son con conductor de cobre, de tensión nominal 450/750 V y aislamiento de polivinilo de cloruro (PVC). La temperatura máxima en el conductor es de 70°C en servicio permanente y una tensión de ensayo de 2500V en AC. Se trata de un cable flexible, no propagador de llama, no propagador del incendio, con una reducida emisión de halógenos y resistente a la absorción del agua.



Figura 40. Cable H07Z1-K(AS)

En todos los casos se usará un conductor unipolar por fase, neutro y conductor de protección. Para facilitar la identificación de los conductores, cada uno tendrá un color específico, siendo el color azul para el neutro, el color verde-amarillo para el conductor de protección, y los colores marrón, negro o gris para identificar las diferentes fases.

La elección de la sección del cableado se ha realizado en función de la intensidad del circuito, la caída de tensión, y el tipo de montaje. Las intensidades máximas admisibles se regirán por lo indicado en la norma UNE 20.460 y las ITC-BT-07 y ITC-BT-19.

El cableado de la vivienda se realizará con conductores bajo tubo a través falso techo y empotrado en pared.

En la Tabla 16, podemos apreciar un resumen del conjunto de circuitos interiores y sus características:

Tabla 16. Cableado según circuitos interiores

Designación	Longitud (m)	Sección (mm)	Diámetro del tubo (mm)
C1 Alumbrado	25	1,5	16
C2 Tomas de corriente	25	2,5	20
C3 Cocina y horno	25	6	25
C4.1 Lavadora	25	4	20
C4.2 Lavavajillas	25	4	20
C5 Baño y cocina	25	4	20
C6 Alumbrado 2	25	1,5	16
C7 Tomas de corriente 2	25	2,5	20
C8 Calefacción eléctrica	25	6	25
C9 Aerotermia	25	6	25
C10 Secadora	25	2,5	20
C11 Domótica	12	1,5	50
C13 Vehículo eléctrico	25	2,5	20
C14 Fotovoltaica	5	4	20

3.2. CONEXIONES

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente

o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

4. PREINSCRIPCIONES GENERALES

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

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 mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o 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 o por medio de pantallas calorífugas.

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

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc. instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

5. INSTALACIÓN DE LOS CUARTOS DE BAÑO

La instalación de los cuartos de baño se realizarán conforme la ITC-BT-27. Para las instalaciones de este tipo de instalaciones, se tendrán en cuenta los volúmenes 0, 1, 2 y 3 que se pueden observar en la Figura 25, el cual, representa la clasificación de estos volúmenes en las bañeras de la vivienda, teniendo en cuenta la influencia de las paredes. Los falsos techos y las mamparas no se consideran barreras a los efectos de separación de volúmenes.

- **Volumen 0:**

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 vendrá delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,025 m por encima del suelo. En este caso:

(a) Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona o ducha.

(b) Si el difusor o ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

- **Volumen 1:**

Esta limitado por:

(a) El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

(b) El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuando este espacio es accesible sin el uso de una herramienta; o

– Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde

la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

– Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está limitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.

- **Volumen 2:**

Esta limitado por:

(a) El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m;

(b) El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquier que sea valor menor, se considera volumen 2.

- **Volumen 3:**

Esta limitado por:

(a) El plano vertical limite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de este de 2,4 m.

(b) El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta la altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible solo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4.

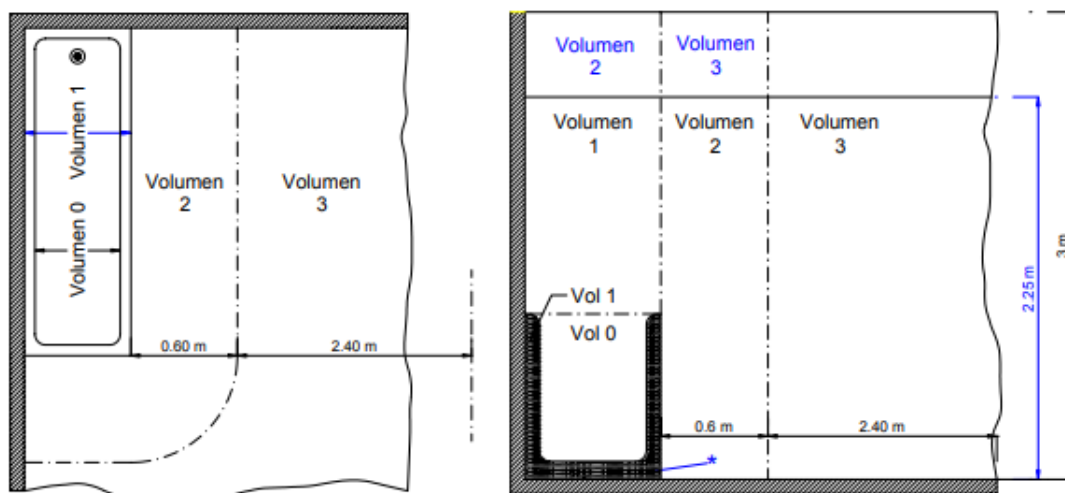


Figura 41. Clasificación de los volúmenes

6. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo.

La finalidad de dicha tarea es proteger la instalación frente a picos de tensión que se pueden producir por diversos factores y que pueden dañar a los receptores

La norma UNE-HD 60364-4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE-HD 60364-4-43 define la aplicación de las medidas de protección por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

7. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Para la protección frente contactos indirectos se opta por el sistema de puesta a tierra de las masas junto con la instalación de interruptores diferenciales, los cuales se encargan de abrir el circuito en caso de que una corriente circule de forma peligrosa a través de una persona.

La norma UNE 20572-1 indica como se debe proceder algo corte automático de la alimentación cuando exista la posibilidad de producirse un defecto peligroso.

En el caso de esta instalación, se instalará en la vivienda un sistema de puesta a tierra de las masas, asociándolo a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión del circuito defectuoso. Además, se hará uso de interruptores diferenciales de 30 mA.

8. PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

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

Para la vivienda objeto se establecerá una toma de tierra instalada en el fondo de las zanjas de cimentación mediante cable rígido de cobre desnudo (de sección acorde a la ITC BT 18) formando un anillo cerrado. A este anillo se le conectarán unos electrodos (picas verticales en este caso) anclados al terreno. A esta toma de tierra se conectarán las masas metálicas importantes existentes en la instalación.

ANEJO 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS



INDICE ANEJO 2

ANEJO 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	129
1. FÓRMULAS EMPLEADAS	131
2. ACOMETIDA	131
3. LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	132
4. SOBRECARGAS	132
5. DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	132
6. PUESTA A TIERRA.....	133
7. PREVISIÓN DE CARGAS.....	133



1. FÓRMULAS EMPLEADAS

Para calcular las intensidades de este proyecto se ha empleado:

- Circuitos monofásicos:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

I= Intensidad (A)

P= Potencia (W)

U= Tensión de servicio (V)

Para calcular las caídas de tensión de este proyecto se ha empleado:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{k \cdot U \cdot S}$$

Donde:

e = Caída de tensión en Voltios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

K = Conductividad.

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

- Conductividad eléctrica:

$$K = \frac{1}{\rho}$$

$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot (I/I_{m\acute{a}x})^2]$$

Donde:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

α = Coeficiente de temperatura

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C)

T_{máx} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C)

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{máx} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

2. ACOMETIDA

La intensidad que circulará por la acometida será:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{9200}{230.94 \cdot 1} = 39.84 \text{ A}$$

La caída de tensión será:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{k \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 7 \cdot 9200}{31.96 \cdot 230.94 \cdot 25} = 0.7 \text{ V} = 0.3\%$$

3. LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

La intensidad que circulará por la línea general de alimentación será:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{9200}{230.94 \cdot 1} = 39.84 \text{ A}$$

La caída de tensión será:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{k \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 9200}{51.96 \cdot 230.94 \cdot 16} = 0.48 \text{ V} = 0.21\%$$

4. SOBRECARGAS

Comprobamos que el fusible de 63 A es válido:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$45 \text{ A} \leq 63 \text{ A} \leq 75 \text{ A}$$

$$I_n \leq 0.9 \cdot I_z$$

$$63 \text{ A} \leq 67.5 \text{ A}$$

Donde:

I_b = Corriente de diseño del circuito.

I_n = Corriente asignada al fusible.

I_z = Corriente máxima admisible por los conductores.

5. DERIVACIÓN INDIVIDUAL

La caída de tensión en la derivación individual será:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{k \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 9200}{50.61 \cdot 230.94 \cdot 10} = 0.55 \text{ V} = 0.34\%$$

6. PUESTA A TIERRA

$$R_t = \frac{\rho}{n \cdot L} = \frac{300}{9 \cdot 2} = 16.67 \Omega$$

Donde:

R_t = Resistencia de tierra (Ohm)

ρ = Resistividad del terreno (Ohm x m).

n = Número de picas.

L = Longitud de la pica.

7. PREVISIÓN DE CARGAS

En la Tabla 17 podemos ver la demanda de potencias según los diferentes circuitos interiores.

Tabla 17. Previsión de potencias

Designación	Potencia prevista (W)
C1 Alumbrado	1080
C2 Tomas de corriente	2070
C3 Cocina y horno	2025
C4.1 Lavadora	1350
C4.2 Lavavajillas	1350
C5 Baño y cocina	4140
C6 Alumbrado 2	1500
C7 Tomas de corriente 2	3450
C8 Calefacción eléctrica	2150
C9 Aerotermia	2150
C10 Secadora	1850
C11 Domótica	1450
C13 Vehículo eléctrico	2300
TOTAL...	26865

La potencia prevista para de la instalación es de 26865 W, aplicando el factor de simultaneidad previsto para la vivienda, el cual es de 0.34, obtenemos un resultado 9134.1 W. Así pues, la potencia mínima a contratar será 9134.1 W, de esta forma que llegamos

a la conclusión de que la potencia contratada para la vivienda es de 9200 W, grado de electrificación elevado.

A continuación, en la Tabla 18, se representan los cálculos obtenidos para cada uno de los circuitos de la instalación:

Tabla 18. Características de los circuitos interiores

Denominación	Potencia (W)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Intensidad Fusible	Caída de tensión (%)	Diámetro exterior tubo (mm)
C1 Alumbrado	1080	25	2x1.5+TTx1.5Cu	10	1.27	16
C2 Tomas corriente	2070	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16	1.48	20
C3 Cocina y horno	2025	25	2x6+TTx6Cu	25	0.59	25
C4.1 Lavadora	1350	25	2x4+TTx4Cu	20	0.59	20
C4.2 Lavavajillas	1350	25	2x4+TTx4Cu	20	0.59	20
C5 Baño y Cocina	4140	25	2x4+TTx4Cu	20	1.9	20
C6 Alumbrado 2	1500	25	2x1.5+TTx1.5Cu	10	1.78	16
C7 Toma corriente 2	3450	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16	2.55	20
C8 Calefac. elect.	2150	25	2x6+TTx6Cu	25	0.63	25
C9 Aerotermia	2150	25	2x6+TTx6Cu	25	0.63	25
C10 Secadora	1850	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16	1.31	20
C11 Domótica	1450	12	2x2.5+TTx2.5Cu	16	2.31	50
C13 Vehi. Electric	2300	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16	1.65	20

ANEJO 3: CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



1. CÁLCULO DEL CAMPO SOLAR

Además de en este anejo, en la memoria en el apartado correspondiente a la instalación fotovoltaica, existen tablas y cálculos que conforman el diseño de dicha instalación.

Los datos con los que se realizan los cálculos están recogidos de las fichas técnicas de los elementos correspondientes, estas fichas técnicas se encuentran en el anejo de fichas técnicas. Además, los datos de la irradiancia siguientes son recogidos de la base de datos PVGIS.

En primer lugar, se calcula la producción por panel de la siguiente forma:

$$Wp = G \cdot h \cdot S \cdot \lambda$$

Siendo:

Wp : Potencia producida por panel

G = irradiancia para cada intervalo de tiempo (W/m^2)

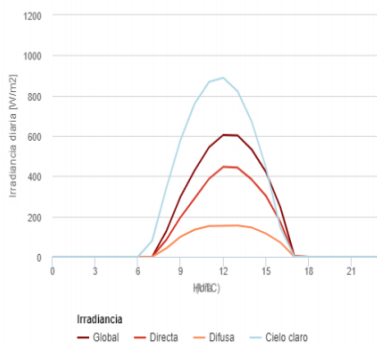
h = intervalo de tiempo usado en la tabla sacada de PVGIS (1 hora)

S = superficie del panel ($1.940 m^2$)

λ = eficiencia del panel (19.33%)

El factor G se obtiene de la siguiente tabla generada en PVGIS (a final de este anejo se encuentra la tabla donde he recopilado todos los meses):

Irradiancia media diaria sobre plano fijo con una inclinación 30° and azimuth 7°



Irradiancia media diaria sobre plano fijo

Hora	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	127	299	430	544	605	602	532	421	248	2	0	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	84	196	292	387	446	443	383	302	175	1	0	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	42	100	135	152	153	155	145	115	72	1	0	0	0	0	0	0
Gcs(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	79	342	581	763	868	889	821	670	443	147	0	0	0	0	0	0

G(i): Irradiancia global sobre plano fijo [W/m²].

Gb(i): Irradiancia directa sobre plano fijo [W/m²].

Gd(i): Irradiancia difusa sobre plano fijo [W/m²].

Gcs(i): Irradiancia global cielo claro sobre plano fijo [W/m²].

Figura 42. Irradiancia media diaria enero

Así, el cálculo para un intervalo del mes de enero es:

$$Wp = 127 \cdot 1 \cdot 1.940 \cdot 0.1933 = 47.63 W$$

De esta forma, calculando todos los intervalos de ese día de enero y sumándolos se obtiene una potencia de 1429.01 Wh.

Multiplicando ahora este valor por los 31 días del mes, resulta una potencia mensual por panel de 44.29 kWh para el mes de enero.

Ahora se repite este procedimiento para el resto de los meses, y como resultado se obtiene:

Tabla 19. Producción por panel

Mes	Producción por panel (kWh)
Enero	44,29952261
Febrero	54,04309215
Marzo	63,7052715
Abril	68,76309101
Mayo	72,49541299
Junio	78,62293226
Julio	84,93648627
Agosto	82,6575607
Septiembre	72,39076845
Octubre	59,89155931
Noviembre	47,12492524
Diciembre	44,39253998
Total	773,3231625
Media diaria mensual (W)	2078.82

Ahora que se conoce la producción por panel, el siguiente paso es calcular el número de paneles necesarios para nuestra instalación. Esto se realiza según la siguiente expresión:

$$N^{\circ} = \frac{\text{Consumo/día}}{Wp \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4}$$

Siendo:

Nº: número de paneles.

Consumo/día: media diaria de consumo (W).

Wp: producción diaria media por panel (2078.82 W).

K1: Coeficiente de tolerancia de potencia (0.97).

K2: Coeficiente de pérdidas por temperatura.

K3: Coeficiente de pérdidas por suciedad (0.98).

K4: Coeficiente de pérdidas del inversor (0.986).

Los coeficientes K1, K3, y K4 se encuentran en la ficha técnica correspondiente.
El consumo diario se halla de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Consumo}}{\text{día}} = \frac{\text{Consumo anual}}{365} = 13353,01 \text{ W}$$

Para el cálculo de K2, es necesario emplear la siguiente fórmula:

$$K2 = 1 - (Kt \cdot ((T_{amb} + 0.03 \cdot G) - 25))$$

Siendo:

Kt: Coeficiente de temperatura de la potencia máxima (0.0037).

Tamb: temperatura media del mes (°C).

G: media diaria de irradiancia del mes (W/m²).

A continuación, se muestra el cálculo para el mes de enero:

$$K2 = 1 - (0.0037 \cdot ((5.9 + 0.03 \cdot 158.75) - 25)) = 1.05$$

De forma análoga realizamos el resto de los meses, obteniendo:

Tabla 20. Coeficiente K2

Mes	Tª media (°C)	Media diaria G	Coeficiente K2
Enero	5,9	158,75	1,05304875
Febrero	7	193,7916667	1,045089125
Marzo	9,6	231,9583333	1,031232625
Abril	12,1	256,7083333	1,019235375
Mayo	15,5	274,9583333	1,004629625
Junio	20,3	300,0833333	0,98408075
Julio	24	322,0833333	0,96794875
Agosto	23,6	309,4166667	0,97083475
Septiembre	20,2	266,875	0,988136875
Octubre	14,8	219	1,013431
Noviembre	10	169,75	1,03665775
Diciembre	7	159,0833333	1,04894175

Utilizaremos el K2 resultante del mes de Julio por ser el más desfavorable. De esta forma podemos obtener finalmente el número de paneles:

$$N^{\circ} = \frac{13353.01}{2078.82 \cdot 0.97 \cdot 0.9678 \cdot 0.98 \cdot 0.986} = 7.08$$

El resultado obtenido debe ser redondeado al alza para cumplir debidamente los requisitos de producción de energía. Obteniendo como resultado **8 paneles**.

A continuación, se adjunta la tabla Excel en la cual se recopilan todos los datos de irradiancia empleados para el calculo de la producción por panel (columna Wp).

Hora	Enero	Wp	Febrero	Wp	Marzo	Wp	Abril	Wp	Mayo	Wp	Junio	Wp	Julio	Wp	Agosto	Wp	Septiembre	Wp	Octubre	Wp	Noviembre	Wp	Diciembre	Wp
0:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
6:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7:45	0	0,00	3	1,13	85	31,88	172	64,51	223	83,64	237	88,89	221	82,89	193	72,39	161	60,39	105	39,38	21	7,88	0	0,00
8:45	127	47,63	180	67,51	283	106,14	365	136,90	410	153,78	442	165,78	437	163,91	418	156,78	371	139,15	300	112,52	222	83,27	146	54,76
9:45	299	112,15	365	136,90	475	178,16	550	206,29	597	223,92	629	235,92	647	244,67	632	237,04	574	215,29	471	176,66	376	141,03	318	119,27
10:45	430	161,28	521	195,41	631	236,67	682	255,80	731	274,18	788	295,56	824	309,06	808	303,06	749	280,93	657	246,42	518	194,29	472	177,03
11:45	544	204,04	643	241,17	750	281,30	794	297,81	830	311,31	894	335,31	950	356,32	939	352,19	854	320,31	757	283,93	616	231,04	573	214,92
12:45	605	226,92	676	253,55	743	278,68	818	306,81	843	316,18	931	349,19	1001	375,45	984	369,07	895	335,69	778	291,80	636	238,54	625	234,42
13:45	602	225,79	687	257,67	776	291,05	795	298,18	818	306,81	891	334,19	971	364,19	949	355,94	854	320,31	740	277,55	616	231,04	604	226,54
14:45	532	199,54	630	236,29	697	261,42	694	260,30	726	272,30	785	294,43	882	330,81	866	324,81	746	279,80	638	239,29	508	190,54	517	193,91
15:45	421	157,90	507	190,16	554	207,79	585	219,42	605	226,92	651	244,17	730	273,80	714	267,80	602	225,79	486	182,28	379	142,15	389	145,90
16:45	248	93,02	328	123,02	386	144,78	409	153,40	429	160,91	467	175,16	538	201,79	512	192,04	397	148,90	274	102,77	182	68,26	174	65,26
17:45	2	0,75	111	41,63	184	69,01	222	83,27	246	92,27	284	106,52	325	121,90	287	107,65	184	69,01	50	18,75	0	0,00	0	0,00
18:45	0	0,00	0	0,00	3	1,13	47	17,63	78	29,26	107	40,13	125	46,88	84	31,51	7	2,63	0	0,00	0	0,00	0	0,00
19:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,38	16	6,00	15	5,63	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
20:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
21:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
22:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
23:45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

1.1. CÁLCULO DEL CABLEADO

A continuación, se procede a calcular la sección de los cables que conectarán los paneles solares con el inversor, se diseñan según la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \mu}{\Delta U_{\text{máx}}} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 9.68 \cdot 0,01724}{0,015 \cdot 160.8} = 0,69 \text{ mm}^2$$

Siendo:

S: sección del cable (mm²)

L: longitud prevista (5 m)

I: intensidad de circulación por el cable (I_{máx} del panel, 9.68 A)

μ : Resistividad del cobre (0.01724 Ohm*mm²/m)

ΔU : caída de tensión máxima (se establece el 1,5% de 160.8 V, 4 paneles por serie)

El resultado obtenido es 0,69 mm², pero debemos utilizar cables con una sección mínima de **4 mm²** para poder realizar la conexión con los paneles. Esta información viene recogida en la ficha técnica de los mismos.

2. CÁLCULO DEL INVERSOR

Hemos escogido el modelo de inversor “SUN 2000L 3KTL” del fabricante Huawei. Para el cálculo del inversor y comprobar que es válido, hemos empleado los valores que aparecen en la Tabla 22.

Para saber si este inversor es válido para nuestra instalación debemos comprobar que los valores de voltaje (MPPT) mínimo y máximo, y la intensidad de funcionamiento que aparecerán en nuestro campo solar son aceptados por nuestro inversor.

Los valores obtenidos son los representados en la Tabla 21:

Tabla 21. Valores del inversor

	Paneles	Inversor
Voltaje mínimo (V)	176,59	160
Voltaje máximo (V)	214,83	480
Intensidad máxima (A)	9,68162637	11



Tabla 22. Cálculos según la temperatura del panel.

VOLTAJE				INTENSIDAD	
Voltaje mínimo		Voltaje máximo		Intensidad máxima	
25	48,7	25	48,7	25	9,68
26	48,56364	24	48,83636	26	9,68004646
27	48,4276618	23	48,9731018	27	9,68009293
28	48,2920644	22	49,1102265	28	9,68013939
29	48,1568466	21	49,2477351	29	9,68018586
30	48,0220074	20	49,3856288	30	9,68023232
31	47,8875458	19	49,5239085	31	9,68027879
32	47,7534607	18	49,6625755	32	9,68032525
33	47,619751	17	49,8016307	33	9,68037172
34	47,4864157	16	49,9410753	34	9,68041818
35	47,3534537	15	50,0809103	35	9,68046465
36	47,220864	14	50,2211368	36	9,68051112
37	47,0886456	13	50,361756	37	9,68055758
38	46,9567974	12	50,5027689	38	9,68060405
39	46,8253184	11	50,6441767	39	9,68065052
40	46,6942075	10	50,7859804	40	9,68069698
41	46,5634637	9	50,9281811	41	9,68074345
42	46,433086	8	51,07078	42	9,68078992
43	46,3030734	7	51,2137782	43	9,68083639
44	46,1734248	6	51,3571768	44	9,68088285
45	46,0441392	5	51,5009769	45	9,68092932
46	45,9152156	4	51,6451796	46	9,68097579
47	45,786653	3	51,7897861	47	9,68102226
48	45,6584503	2	51,9347975	48	9,68106873
49	45,5306067	1	52,080215	49	9,6811152
50	45,403121	0	52,2260396	50	9,68116167
51	45,2759922	-1	52,3722725	51	9,68120814
52	45,1492195	-2	52,5189148	52	9,68125461
53	45,0228016	-3	52,6659678	53	9,68130108
54	44,8967378	-4	52,8134325	54	9,68134755
55	44,7710269	-5	52,9613101	55	9,68139402
56	44,6456681	-6	53,1096018	56	9,68144049
57	44,5206602	-7	53,2583087	57	9,68148696
58	44,3960023	-8	53,4074319	58	9,68153343
59	44,2716935	-9	53,5569727	59	9,6815799
60	44,1477328	-10	53,7069323	60	9,68162637

Los valores subrayados de los voltajes, deberemos multiplicarlos por 4, que es el número de paneles por serie instalada, y así obtendremos los valores de la Tabla 21.

**ANEJO 4: ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

INDICE ANEJO 4

1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	146
2. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD	146
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	146
2.2. PRESUPUESTO DE CONTRATO ESTIMADO	146
2.3. DURACIÓN ESTIMADA Y N° DE TRABAJADORES	147
3. RECURSOS CONSIDERADOS	147
3.1. MATERIALES	147
3.2. MANO DE OBRA	147
3.3. HERRAMIENTAS	147
3.4. MEDIOS AUXILIARES	147
3.5. SISTEMAS DE TRANSPORTE O MANUTENCIÓN	148
4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS	148
5. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD	149



1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento de lo dispuesto en el Art.4 Ap.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente estudio básico de Seguridad y Salud al tratarse de una obra que no cumple con ninguno de los apartados del Art.4 ap.1.

El estudio básico precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD

Conjunto de trabajos de construcción relativos a acopios, premontaje, transporte, elevación, montaje, puesta en obra y ajuste de elementos para Instalación Eléctrica Interior.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Se trata de la instalación eléctrica interior para una vivienda unifamiliar de 336 m² que consta de 13 estancias y la instalación de paneles fotovoltaicos.

2.2. PRESUPUESTO DE CONTRATO ESTIMADO

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de TREINTA MIL DOS CIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS Y SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS. (30.286,78 €).

2.3. DURACIÓN ESTIMADA Y N° DE TRABAJADORES

Establecer el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal, la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra. Estimándose en 45 jornadas.

3. RECURSOS CONSIDERADOS

3.1. MATERIALES

Cables, mangueras eléctricas, tubos de conducción (corrugados, rígidos, blindados, etc.), cajetines, regletas, anclajes, prensacables, aparamenta, cuadros, bandejas, soportes, grapas, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc.

3.2. MANO DE OBRA

Responsable técnico a pie de obra, mando intermedio, oficiales electricista y peones electricistas.

3.3. HERRAMIENTAS

- Eléctricas portátiles: esmeriladora radial, taladradora, martillo picador eléctrico, multímetro, chequeador portátil de la instalación.
- Herramientas de combustión: pistola fijadora de clavos, equipo de soldadura de propano o butano.
- Herramientas de mano: cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.
- Herramientas de tracción: ternaes, trócolas y poleas.

3.4. MEDIOS AUXILIARES

Andamios de estructura tubular móvil, alfombra aislante, lona aislante de apantallamiento, puntales, caballetes, redes, cuerdas, escaleras de mano, cestas, señales

de seguridad, vallas, balizas de advertencia de señalización de riesgos y letreros de advertencia a terceros.

3.5. SISTEMAS DE TRANSPORTE O MANUTENCIÓN

Contenedores de recortes, bateas, cestas, cuerdas de izado, eslingas, carretillas elevadoras cabrestantes, etc.

4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de “Riesgos de accidente y enfermedad profesional”, basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto "Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

Tabla 23. Niveles de riesgo

GRADO DE RIESGO		Severidad		
		Alta	Media	Baja
Probabilidad	Alta	Muy alto	Alto	Moderado
	Media	Alto	Moderado	Bajo
	Baja	Moderado	Bajo	Muy bajo

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.
- Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
- Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.
- Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.
- Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.
- Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.

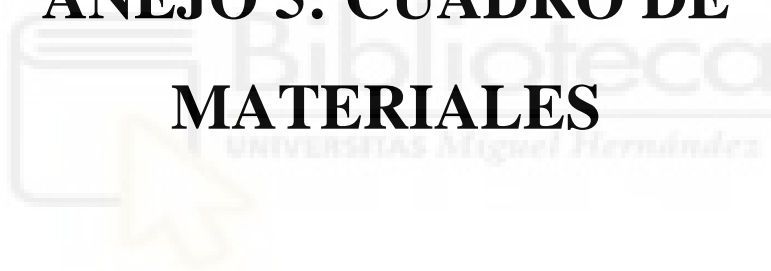
5. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD

Las consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra son:

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.

- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

ANEJO 5: CUADRO DE MATERIALES



Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Unidad exterior de conductos de expansión directa marca LG, modelo ARUN580LTE4	6.300,000	1,000	6.300,00
2	Caja General de Protección esquema 7 de 100 A con bases BUC. Dimensiones 352 x 213 x 118 mm	98,200	1,000 u	98,20
3	Panel LED 60x60Cm Marco Blanco 36W 3623Lm UGR 19.	26,000	3,000 u	78,00
4	Armario de distribución vacío tipo comercio/industria de material autoextinguible	297,780	2,000 u	595,56
5	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 10 mm2. Unipolar	4,100	5,000 m	20,50
6	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 1.5 mm2. Unipolar	0,230	150,000 m	34,50
7	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 16 mm2. Unipolar	4,850	15,000 m	72,75
8	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 2.5 mm2. Unipolar	0,350	300,000 m	105,00
9	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 4 mm2. Unipolar	2,580	270,000 m	696,60
10	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 16 mm2. Unipolar	7,230	25,000 m	180,75
11	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 6 mm2. Unipolar	3,450	275,000 m	948,75
12	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliiolefina termoplástica (Z1), 120 mm2. Unipolar	14,550	400,000 m	5.820,00
13	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 16 mm2. Unipolar.	2,250	15,000 m	33,75
14	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliiolefina termoplástica (Z1), 10 mm2. Unipolar	3,290	15,000 m	49,35
15	Cable desnudo de cobre recocido de 1x35 mm2 de sección	5,160	30,000 m	154,80
16	Interruptor mgnt In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 1P+N	22,700	3,000 u	68,10
17	Interruptor mgnt In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 1P+N	22,700	4,000 u	90,80
18	Interruptor mgnt In: 20 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 1P+N	23,800	4,000 u	95,20
19	Interruptor mgnt In: 25 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 1P+N	27,500	5,000 u	137,50
20	Caja de protección y medida en B.T. empotrable. Capacidad para un contador monofásico multifunción con dispositivo de discriminación horaria, Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos. Dos mirillas de policarbonato transparente para lectura de contadores. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetálicos de hasta 50 mm2 de capacidad.	260,000	3,000 u	780,00
21	Intr. dif In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC. 2P	55,710	1,000 u	55,71
22	Intr. dif In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC. 2P	57,400	5,000 u	287,00
23	Fusible tipo gL/gG con intensidad nominal de 63 A y poder de corte de 50KA.	22,240	4,000 u	88,96

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
24	Marco embellecedor para un mecanismo eléctrico empotrado de calidad media.	1,540	52,000 u	80,08
25	Interruptor empotrado de calidad media	4,790	1,000 u	4,80
26	Interruptor conmutador empotrado de calidad media	5,440	17,000 u	92,48
30	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 20 mm de diámetro nominal	0,120	180,000 m	21,60
31	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 25 mm de diámetro nominal	0,160	75,000 m	12,00
32	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 40 mm de diámetro nominal	0,350	5,000 m	1,75
33	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 50 mm de diámetro nominal	0,580	12,000 m	6,96
34	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 120 mm de diámetro nominal	1,150	5,000 m	5,75
35	Plafón LED MANTRA Zero de 50W.	18,500	2,000 u	37,00
36	EGLO 22463 - Aplique exterior LATERNA 5 1xE27/60W blanco.	28,000	15,000 u	420,00
37	Downlight de superficie adaptable en blanco de 2400lm 28 W.	40,000	1,000 u	40,00

Importe total: 17.844,98

ANEJO 6: CUADRO DE MANO DE OBRA

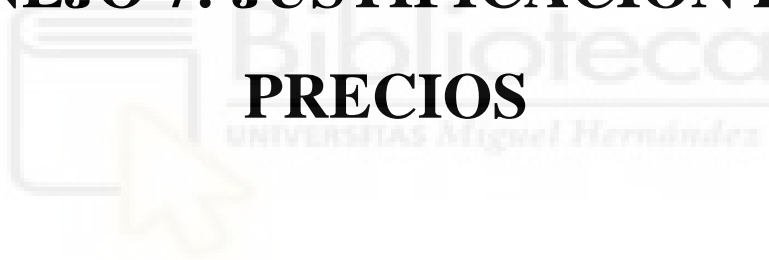


Cuadro de mano de obra				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Peón ordinario construcción.	18,060	39,650 h	715,03
2	Oficial 1º electricidad.	13,440	121,700 h	1.632,04
3	Especialista electricidad.	11,430	179,400 h	2.046,40
4	Aprendiz 3º 4ª metal.	10,910	7,000 h	76,37

Importe total: 4.469,84



ANEJO 7: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS



Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 Instalación de puesta a tierra				
1.1	PIQ2M	u	Piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14.2 mm y longitud 2 metros, incluso hincado y conexiones, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEP.1c	1,000 u	Electrodo pica a ø14.2mm lg2m	13,340
	MOOA12a	0,400 h	Peón ordinario construcción	18,060
	MOOE11a	0,200 h	Especialista electricidad	11,430
	MOOE.8a	0,100 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	24,190
			Precio total por u .	24,79
1.2	CONDTRRA	m	Conducción de puesta a tierra enterrada a una profundidad mínima de 80 cm, instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección, incluso excavación y relleno, medida desde la arqueta de conexión hasta la última pica, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEC11c	1,000 m	Cable cobre desnudo 1x35	5,160
	MOOA12a	0,400 h	Peón ordinario construcción	18,060
	MOOE.8a	0,100 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
	MOOE11a	0,200 h	Especialista electricidad	11,430
		2,500 %	Costes indirectos	16,010
			Precio total por m .	16,41
1.3	PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.	
			Sin descomposición	117,073
		2,500 %	Costes indirectos	117,073
			Precio total redondeado por u .	120,00

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2 Instalación de suministro eléctrico				
2.1	EIEL22aaa	u	Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 500 mm de alto por 300 mm de ancho y 215 mm de profundidad, índice de protección IP 43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 9 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEA.6aaa	1,000 u	Armario ind/com 500x300mm IP43	297,780
	MOOA12a	1,000 h	Peón ordinario construcción	18,060
	MOOE.8a	2,000 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
	MOOE11a	2,000 h	Especialista electricidad	11,430
		2,500 %	Costes indirectos	365,580
Precio total redondeado por u .				374,72
2.2	RZ1_Fca	m	Suministro y tendido de cable flexible de aluminio (RZ1), cero halógenos, para línea de enlace o acometida, de 1x25 mm2 de sección y de tensión nominal de 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefinas, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEC.r120	1,000 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 120 mm2. Unipolar	14,550
	MOOE11a	0,100 h	Especialista electricidad	11,430
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	16,360
Precio total redondeado por m .				16,77
2.3	RZ1K_16	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables RZ1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0.6/1kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 16mm2 de sección para las fases y 16mm2 para el cable de tierra, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEC.r16	1,000 m	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 16 mm2. Unipolar	2,250
	MOOE11a	0,100 h	Especialista electricidad	11,430
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	4,060
Precio total redondeado por m .				4,16
2.4	RZ1K_10	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables RZ1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0.6/1kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 10 mm2 de sección para las fases y 10 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
PIEC.r25		1,000 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 10 mm2. Unipolar	3,290	3,29
MOOE11a		0,100 h	Especialista electricidad	11,430	1,14
MOOE.8a		0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	5,100	0,13
Precio total redondeado por m .					5,23
2.5	H07Z1K_50	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 50 mm2 de sección para las fases y 50 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
PIEC.h50		1,000 m	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 16 mm2. Unipolar	7,230	7,23
MOOE11a		0,100 h	Especialista electricidad	11,430	1,14
MOOE.8a		0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	9,040	0,23
Precio total redondeado por m .					9,27
2.6	H07Z1K_16	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 16 mm2 de sección para las fases y 16 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
PIEC.h16		1,000 m	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 16 mm2. Unipolar	4,850	4,85
MOOE11a		0,100 h	Especialista electricidad	11,430	1,14
MOOE.8a		0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	6,660	0,17
Precio total redondeado por m .					6,83
2.7	H07Z1K_10	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K		
PIEC.h10		1,000 m	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 10 mm2. Unipolar	4,100	4,10
MOOE11a		0,100 h	Especialista electricidad	11,430	1,14
MOOE.8a		0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	5,910	0,15
Precio total redondeado por m .					6,06

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.8	H07Z1K_6	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 6 mm2 de sección para las fases y 6 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEC.h6	1,000 m	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 6 mm2. Unipolar	3,450
	MOOE11a	0,100 h	Especialista electricidad	11,430
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	5,260
			Precio total redondeado por m .	5,39
2.9	H07Z1K_4	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 4 mm2 de sección para las fases y 4 mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEC.h4	1,000 m	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 4 mm2. Unipolar	2,580
	MOOE11a	0,100 h	Especialista electricidad	11,430
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	4,390
			Precio total redondeado por m .	4,50
2.10	H07Z1K_2.5	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 2.5mm2 de sección para las fases y 2.5mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEC.h2.5	1,000 m	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 2.5 mm2. Unipolar	0,350
	MOOE11a	0,100 h	Especialista electricidad	11,430
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	2,160
			Precio total redondeado por m .	2,21

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.11	H07Z1K_1.5	m	Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07Z1-K (AS) unipolares (fase+neutro+tierra) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 1.5mm2 de sección para las fases y 1.5mm2 para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico (sin cubierta), instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos en el precio), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIEC.h15	1,000 m	Cable H07Z1-K (AS) 450/750 V Cobre, 1.5 mm2. Unipolar	0,230
	MOOE11a	0,100 h	Especialista electricidad	11,430
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	2,040
			Precio total redondeado por m .	2,09
2.12	TOMCORR_1016	u	Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 10/16A, 230 V, incluso marco, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIED15baaa	1,000 u	Marco emp 1 elem cld media	1,540
	PIED23baaa	1,000 u	Toma corriente emp 25A	8,900
	MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	13,130
			Precio total redondeado por u .	13,46
2.13	TOMCORR_25	u	Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 25 A, 230 V, incluso clavija, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	PIED15baaa	1,000 u	Marco emp 1 elem cld media	1,540
	PIED23baaa	1,000 u	Toma corriente emp 25A	8,900
	MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	13,130
			Precio total redondeado por u .	13,46
2.14	PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.	
			Sin descomposición	117,073
		2,500 %	Costes indirectos	117,073
			Precio total redondeado por u .	120,00

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
3 Instalación de protección eléctrica					
3.1	CGP7	u	Caja General de Protección esquema 7 de 100 A con bases BUC		
	CGP7E	1,000 u	Caja General de Protección esquema 7 de 100 A con bases BUC. Dimensiones 352 x 213 x 118 mm	98,200	98,20
	MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
	MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
		2,500 %	Costes indirectos	106,610	2,67
			Precio total redondeado por u .		109,28
3.2	CPM3	u	Modelo CPM3-D2/2-M. Caja de protección y medida en B.T. empotrable. Capacidad para un contador monofásico multifunción con dispositivo de discriminación horaria.		
	PIED.1dbbac	1,000 u	Caja de protección y medida en B.T. empotrable. Capacidad para un contador monofásico multifunción con dispositivo de discriminación horaria	260,000	260,00
	MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
	MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
		2,500 %	Costes indirectos	268,410	6,71
			Precio total redondeado por u .		275,12
3.3	MGNT40_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 40 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	PIED.1dbbac	1,000 u	Caja de protección y medida en B.T. empotrable. Capacidad para un contador monofásico multifunción con dispositivo de discriminación horaria	260,000	260,00
	MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
	MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
		2,500 %	Costes indirectos	268,410	6,71
			Precio total redondeado por u .		275,12
3.4	MGNT25_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	PIED.1dbbab	1,000 u	Interruptor mgnt In: 25 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 1P+N	27,500	27,50
	MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
	MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
		2,500 %	Costes indirectos	35,910	0,90
			Precio total redondeado por u .		36,81
3.5	MGNT20_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 20 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		

PIED.1dbba	1,000 u	Interruptor mgnt In: 20 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 1P+N	23,800	23,80
MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
	2,500 %	Costes indirectos	32,210	0,81
Precio total redondeado por u .				33,02
3.6 MGNT16_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
PIED.1cbba	1,000 u	Interruptor mgnt In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 1P+N	22,700	22,70
MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
	2,500 %	Costes indirectos	31,110	0,78
Precio total redondeado por u .				31,89
3.7 MGNT10_1P	u	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10 A unipolar+N, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 10 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
PIED.1bbba	1,000 u	Interruptor mgnt In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 1P+N	22,700	22,70
MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
	2,500 %	Costes indirectos	31,110	0,78
Precio total redondeado por u .				31,89
3.8 FUS_63	u	Instalación de fusible tipo gL/gG, con intensidad nominal de 63 A, hasta 500V y capacidad de ruptura 50 kA. Totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
PIED.4cbba	1,000 u	Fusible tipo gL/gG con intensidad nominal de 63 A y poder de corte de 50KA.	22,240	22,24
MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
	2,500 %	Costes indirectos	30,650	0,77
Precio total redondeado por u .				31,42
3.9 DIF40_2P	u	Suministro e instalación de interruptor diferencial bipolar de 40A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 30mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y gama terciario/industrial, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, conectado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
PIED.3baba	1,000 u	Intr. dif In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC. 2P	57,400	57,40
MOOE11a	0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
	2,500 %	Costes indirectos	65,810	1,65
Precio total redondeado por u .				67,46

3.10 DIF25_2P	u	Suministro e instalación de interruptor diferencial bipolar de 25A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 30mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y gama terciario/industrial, totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento, conectado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
PIED.3aaba		1,000 u	Intr. dif In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC. 2P	55,710	55,71
MOOE11a		0,500 h	Especialista electricidad	11,430	5,72
MOOE.8a		0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
		2,500 %	Costes indirectos	64,120	1,60
Precio total redondeado por u .					65,72
3.11 TBO75	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 75 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
PIET.2ha		1,000 m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 120 mm de diámetro nominal	1,150	1,15
MOOA12a		0,050 h	Peón ordinario construcción	18,060	0,90
MOOE.8a		0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	2,720	0,07
Precio total redondeado por m .					2,79
3.12 TBO50	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 50 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
PIET.2ga		1,000 m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 50 mm de diámetro nominal	0,580	0,58
MOOA12a		0,050 h	Peón ordinario construcción	18,060	0,90
MOOE.8a		0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	2,150	0,05
Precio total redondeado por m .					2,20
3.13 TBO40	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 40 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
PIET.2fa		1,000 m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 40 mm de diámetro nominal	0,350	0,35
MOOA12a		0,050 h	Peón ordinario construcción	18,060	0,90
MOOE.8a		0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	1,920	0,05
Precio total redondeado por m .					1,97
3.14 TBO25	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 25 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
PIET.2da		1,000 m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 25 mm de diámetro nominal	0,160	0,16

MOOA12a	0,050 h	Peón ordinario construcción	18,060	0,90
MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
	2,500 %	Costes indirectos	1,730	0,04
Precio total redondeado por m .				1,77
3.15 TBO20	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 20 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
PIET.2ca	1,000 m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 20 mm de diámetro nominal	0,120	0,12
MOOA12a	0,050 h	Peón ordinario construcción	18,060	0,90
MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
	2,500 %	Costes indirectos	1,690	0,04
Precio total redondeado por m .				1,73
3.16 TBO16	m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 16 mm de diámetro nominal con una resistencia a la compresión >320N una resistencia al impacto >1J a -5°C y una temperatura mínima y máxima de utilización de -5+60°C, no propagador de la llama, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
PIET.2ba	1,000 m	Tubo curvable de PVC corrugado simple para canalización empotrada ordinaria de 16 mm de diámetro nominal	0,110	0,11
MOOA12a	0,050 h	Peón ordinario construcción	18,060	0,90
MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
	2,500 %	Costes indirectos	1,680	0,04
Precio total redondeado por m .				1,72
3.17 PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.		
		Sin descomposición		117,073
	2,500 %	Costes indirectos	117,073	2,93
Precio total redondeado por u .				120,00

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4 Instalación de alumbrado general				
4.1	LUM_BCS	u	Instalación de luminaria Downlight de superficie adaptable en blanco de 2400lm 28 W. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	SENSa	1,000 u	Downlight de superficie adaptable en blanco de 2400lm 28 W.	40,00
	MOOE11a	0,250 h	Especialista electricidad	2,86
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	1,09
			Precio total redondeado por u .	44,62
4.2	LUM_MVP	u	Instalación completa de Panel LED 60x60Cm Marco Blanco 36W 3623Lm UGR 19. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	MVP507	1,000 u	Panel LED 60x60Cm Marco Blanco 36W 3623Lm UGR 19.	26,00
	MOOE11a	0,400 h	Especialista electricidad	4,57
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	0,78
			Precio total redondeado por u .	32,02
4.3	LUM_RC127	u	Instalación completa de Foco downlight LED 6W Extraplano blanco redondo. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	RS742B	1,000 u	EGLO 22463 - Aplique exterior LATERNA 5 1xE27/60W blanco.	28,00
	MOOE11a	0,450 h	Especialista electricidad	5,14
	MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	0,67
		2,500 %	Costes indirectos	0,85
			Precio total redondeado por u .	34,66
4.4	LUM_RS061	u	Instalación completa de Plafón LED MANTRA Zero de 50W. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	RS061B	1,000 u	Plafón LED MANTRA Zero de 50W.	18,50
	PIED17baab	0,500 u	Interruptor empotrado de calidad media.	2,40
	MOOE11a	0,400 h	Especialista electricidad	4,57
	MOOE.8a	0,100 h	Oficial 1ª electricidad	1,34
		2,500 %	Costes indirectos	0,67
			Precio total redondeado por u .	27,48
4.5	LUM_RS742	u	Instalación completa de luminaria EGLO 22463 - Aplique exterior LATERNA 5 1xE27/60W blanco. Instalado y conectado conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	
	RS742B	1,000 u	EGLO 22463 - Aplique exterior LATERNA 5 1xE27/60W blanco.	28,00
	MOOE11a	0,300 h	Especialista electricidad	3,43

MOOE.8a	0,050 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	0,67
	2,500 %	Costes indirectos	32,100	0,80
Precio total redondeado por u .				32,90
4.6 EIEM13baab	u	Interruptor conmutador empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250 V con tecla y con marco, incluso pequeño material, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.		
PIED19baab	1,000 u	Intr. conm emp	5,440	5,44
PIED15baaa	1,000 u	Marco emp 1 elem cld media	1,540	1,54
MOOA12a	0,100 h	Peón ordinario construcción	18,060	1,81
MOOE.8a	0,200 h	Oficial 1ª electricidad	13,440	2,69
	2,500 %	Costes indirectos	11,480	0,29
Precio total redondeado por u .				11,77
4.7 PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.		
		Sin descomposición		117,073
	2,500 %	Costes indirectos	117,073	2,93
Precio total redondeado por u .				120,00



Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
5 Instalación de aerotermia				
5.1	LG THERMA	ud	Sistema de bomba de calor aerotérmica compacta, con capacidad calorífica de 13.5 kW y frigorífica de 12.5 kW (en condiciones Eurovent), para climatización y agua caliente sanitaria, montaje en exterior o interior y de instalación mural, rendimiento nominal COP/EER de 3.4/2.4, para condiciones exteriores de 7°C ambiente e impulsando a 45°C en calefacción y 35°C ambiente e impulsando a 7°C en refrigeración, dimensiones de la unidad de 1400x1400x400 mm, incorpora vaso de expansión de 10 litros, purgador automático, bomba de circulación de agua, cuadro eléctrico, interruptor de flujo, válvula de sobrepresión, filtro de agua, sensor de temperatura de agua, manómetro e intercambiador de placas de acero inoxidable y bandeja de condensados, depósito de acumulación externo con capacidad de 300 l y resistencia eléctrica de apoyo de 6 kW, refrigerante ecológico R410A.	
	ARUN580LTE4m	1,000	Unidad exterior de conductos de expansión directa marca LG, modelo ARUN580LTE4	6.300,00
	MOOA12a	7,000 h	Peón ordinario construcción	18,060
	MOOE.8a	7,000 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
	MOOM13a	7,000 h	Aprendiz 3º 4ª climatización	10,910
		2,500 %	Costes indirectos	6.596,870
			Precio total redondeado por ud .	6.761,79
5.2	PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.	
			Sin descomposición	117,073
		2,500 %	Costes indirectos	117,073
			Precio total redondeado por u .	120,00

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
6 Instalación fotovoltaica				
6.1	EINN.3i	ud	Inversor de onda senoidal pura monofásico conectado a red con marcado CE, de 4000 W de potencia máxima de entrada con un rango de tensión fotovoltaica de 100 a 550Vcc y corriente máxima de 17A en DC y 13.5A en AC. Con protección IP65, con leds indicadores de tensión, sobrecarga y temperatura, trabajando como fuente de corriente, autoconmutado y con seguidor del punto de máxima potencia conforme a las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética, totalmente instalado comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE.	
	PINN.3i	1,000 ud	Inversor monof a red 4000W	1.200,00
	MOOA12a	7,000 h	Peón ordinario construcción	18,060
	MOOE.8a	7,000 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	1.249,560
			Precio total redondeado por ud .	1.280,80
6.2	EINM.1bbu	ud	Módulo fotovoltaico monocristalino de alto rendimiento, clase II y grado de protección mínimo IP65, con 375 Wp de potencia, tensión 24V, cualificado por el CIEMAT u otro laboratorio acreditado y conforme a las especificaciones UNE-EN 61215:1997, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE.	
	PINM.1bbu	1,000 ud	Mod fotovoltaico monocristalino 375Wp	424,520
	MOOA12a	1,000 h	Peón ordinario construcción	18,060
	MOOE.8a	1,000 h	Oficial 1ª electricidad	13,440
		2,500 %	Costes indirectos	301,500
			Precio total redondeado por ud .	463,56
6.3	PEQMAT	u	Conjunto de pequeño material. Consta de cualquier posible herramienta, cubierta, aislante, pieza, tornillo... que llegara a ser necesario en la instalación pertinente.	
			Sin descomposición	117,073
		2,500 %	Costes indirectos	117,073
			Precio total redondeado por u .	120,00

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
			7 Seguridad y Salud	
7.1	SyS	u	Presupuesto del proyecto correspondiente al análisis de Seguridad y Salud.	
			Sin descomposición	975,610
		2,500 %	Costes indirectos	975,610 24,39
			Precio total redondeado por u .	<hr/> 1.000,00



ANEJO 8: GUIA PARA EL USUARIO



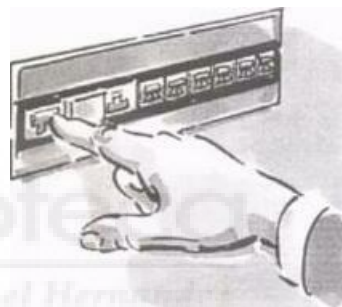
1

Antes de efectuar su póliza de 0 (contrato) con la CIA. Suministradora, asesórese con el Instalador electricista Autorizado, la propia Compañía o profesional competente para elegir la tarifa y potencia más conveniente para usted.



Desconecte todos los PÍAs y conecte el IAD.

b) Vaya conectando uno a uno todos los PÍAs y el circuito que le haga disparar nuevamente el IAD es donde existe la avería. En este caso, desconecte los aparatos y lámparas de dicho circuito, y vuelva a accionar el PIA. Si no se dispara, la avería es de los aparatos. Si se dispara nuevamente tiene avería en este circuito, por lo que tendrá que avisar a su Instalador Autorizado.



2

No sobrepasar simultáneamente

la potencia contratada con la CIA. Suministradora de energía, puesto que se le disparará el ICP (interruptor de control de potencia), dejándole a usted sin servicio en toda la vivienda o local. Desconecte algún aparato (los de más potencia) y vuelva a accionar el ICP, desconecte el Interruptor General, y vuelva a conectar el ICP. Si aun así se dispara, avise a su compañía suministradora porque la avería está en el ICP.

3

Si se le dispara el IAD (interruptor automático diferencial) en el cuadro general de mando y protección, actúe de la forma siguiente:

4

Si se le dispara un PIA (pequeño interruptor automático) en el cuadro general de mando y protección, puede ser debido a estos dos casos:

Que el circuito que protege dicho PIA está sobrecargado, en cuyo caso deberá ir desconectando aparatos o lámparas, hasta conseguir reponer de nuevo el citado PIA,

Que en el circuito o en los aparatos y lámparas conectados a él, se haya producido un cortocircuito. Proceda como en el caso anterior (3b), para ver si dicha avería es de algún aparato o de la instalación. Deje desconectado dicho PIA y funcione con el resto de la instalación.

5 Compruebe con periodicidad (una vez al año por lo menos) y por medio de su Instalador Autorizado la red de tierra de su vivienda o local.



6 Compruebe con periodicidad (una vez al año por lo menos) su IAD. Pulse el botón de prueba y si no dispara es que está averiado, por tanto, no está usted protegido contra derivaciones. Avise a su Instalador Autorizado.

7 Manipule todos los aparatos eléctricos, incluso el teléfono, SIEMPRE con las manos secas y evite estar descalzo o con los pies húmedos.

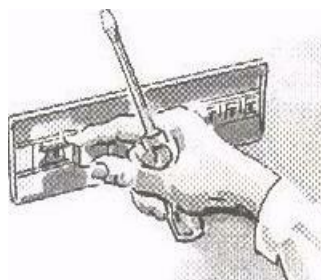
Y NUNCA los manipule cuando esté en el baño o bajo la ducha. ¡El agua es conductora de la electricidad!

Si hay un fallo eléctrico en la instalación o en el aparato utilizado, usted corre riesgo de electrocutarse. Ojo con los radios, secadores de pelo, aparatos de calor al borde de la bañera, pueden caerse al agua y electrocutarse.

8 Compruebe las canalizaciones eléctricas empotradas antes de taladrar una pared o el techo. Puede electrocutarse al atravesar una canalización con la taladradora.



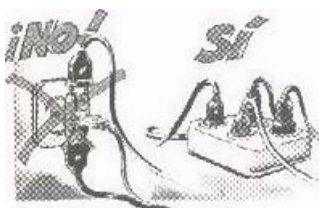
9 En el caso de manipular algún aparato eléctrico desconecte previamente el IAD del cuadro general y compruebe SIEMPRE que no existe tensión.



10 No usar nunca aparatos eléctricos con cables pelados, clavijas y enchufes rotos, etc.

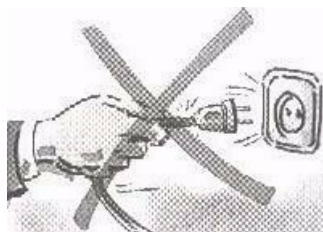
11

No hacer varias conexiones en un mismo enchufe (no utilizar ladrones o clavijas múltiples).



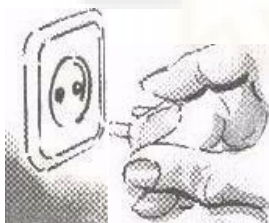
15

Al desconectar los aparatos no tire del cordón o hilo, sino de la clavija.



12

No deje aparatos eléctricos conectados al alcance de los niños y procure tapar los enchufes a los que tenga acceso.

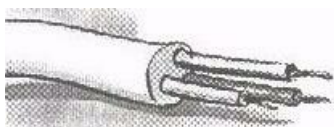


16

No se puede enchufar cualquier aparato en cualquier toma de corriente. Cada aparato tiene su potencia. Como cada toma de corriente tiene la suya. Vea la "Instalación Interior de su Vivienda o local" de esta Guía y adecúe los aparatos a enchufar con las tomas. Si la potencia del Aparato es superior a los Amperios que permite enchufar la toma de corriente, puede quemarse la base del enchufe, la clavija e incluso la instalación.

13

Abstenerse de intervenir en su instalación para modificarla. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un Instalador autorizado.






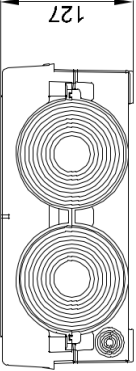
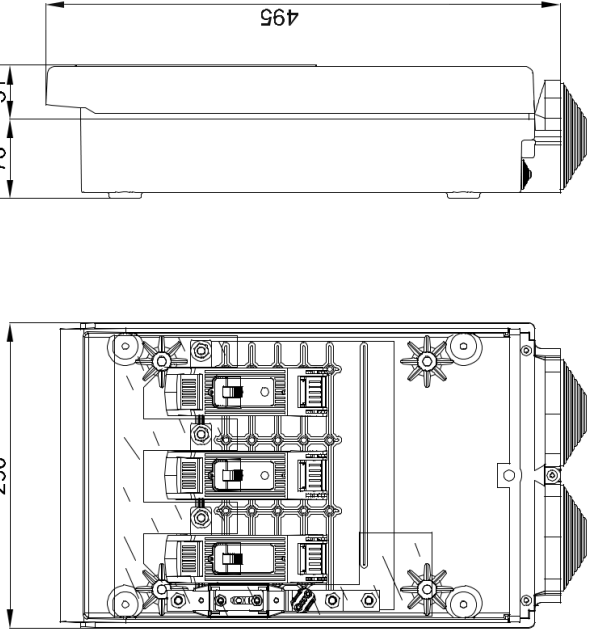
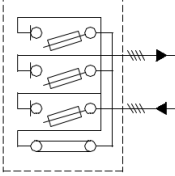

ANEJO 9: FICHAS TÉCNICAS



INDICE ANEJO 9

1. CGP.....	177
2. CPM	178
3. MODULO SOLAR.....	180
4. INVERSOR.....	182



   <p>Certificado da Empresa AENOR 1950005ER/01</p>	<h2>FICHA TECNICA</h2> <h3>CAJA DE PROTECCION CGP-7-100/BUC</h3>	<p>FT Nº: 5943</p> <p>Revisión: 01</p> <p>Fecha: 06.10.10</p>
<p>REFERENCIA CAHORS: 0445049</p> <p>REFERENCIA IBERDROLA: 7650005</p>  	<p>ESQUEMA ELECTRICO:</p>  <p>CARACTERISTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tensión asignada: 500V - Intensidad asignada: 100A - Grados de protección: IP34D, IK08 - Tres bases seccionables en carga tamaño BUC-00 160A - Neutro seccionable con borne puesta a tierra de 50mm² - Esquema 7 - Borne de entrada mediante tornillo Inox M8 - Borne de salida mediante tornillo Inox M8 <p>NORMAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - UNE-EN 60439 - UNE-EN 20324 - UNE-EN 50102 - REBT ITC BT 13 - DIRECTIVA  - UNE-EN 60947 - NI 76.50.01 - NI 76.01.02 <p>UTILIZACION:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protección de la línea general de alimentación en una instalación de enlace - Instalación en fachada exterior de los edificios o muros de cierre - Montaje superficial, empotrada o en nicho de acuerdo al REBT 	

2. CPM

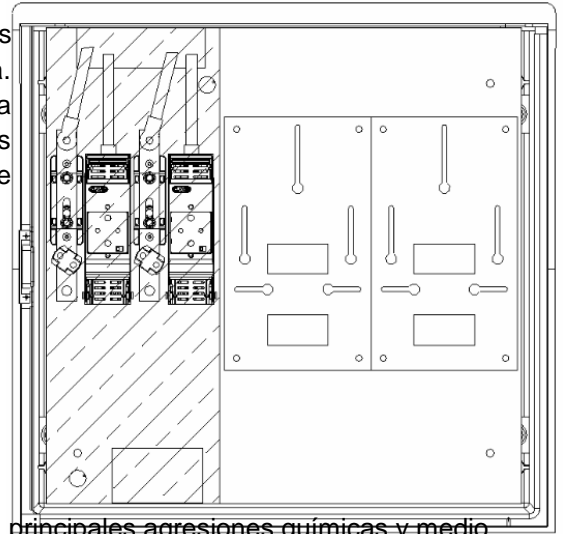
DESCRIPCIÓN GENERAL

Caja de protección y medida tipo CPM3-D2/2-M (4272021), para suministros dobles de potencia inferior a 15kW. Construida en poliéster de gran resistencia. Con una concepción monobloque formada por una cuba y una puerta. Para contadores monofásicos electrónicos multifunción, con dos bases portafusibles BUC tamaño NH-00 y dos dispositivos de neutro seccionable mediante tornillería, preparados para conexión de M8 mediante terminal de pala.

El ángulo de apertura de la puerta respecto a la base es superior a 90°, siendo fácilmente desmontables sin ayuda de herramientas.

Su forma permite su instalación empotrada en tabiques de obra o en hornacinas prefabricadas.

Diseñada para favorecer el efecto de convección natural con el fin de evitar condensaciones internas, ofreciendo a la vez una gran resistencia a las principales agresiones químicas y medio ambientales así como a la acción de los rayos U.V.



NORMATIVA

Envolventes vacías destinadas a los conjuntos de aparata de baja tensión UNE EN 62208:2004.

Grado de protección proporcionado por las envolventes UNE 20324.

Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos UNE EN 50102.

Clase térmica de los materiales UNE 60085.

Conjunto de aparata de baja tensión. Conjuntos de series y conjuntos derivados de serie UNE-EN 61439-1.

Auto-extinguible hilo incandescente UNE EN60695-2-10.

Directiva de Material Eléctrico (B.T.) 2014/35/UE.

Directiva sobre la compatibilidad electromagnética 2014/30/UE.

Conductores de cables aislados a tensión 450/750V, clase 2 rígido UNE EN 60228.

Instalaciones de enlace en baja tensión NI 42.72.00.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Envolvente 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 extingible a 960°.

Clase térmica del poliéster (105°).

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.

Pantalla transparente y aislante con elementos para su precintado.

2 Bases de neutro seccionable.

2 Bases fusible seccionable en carga de tamaño 00, hasta 160A.

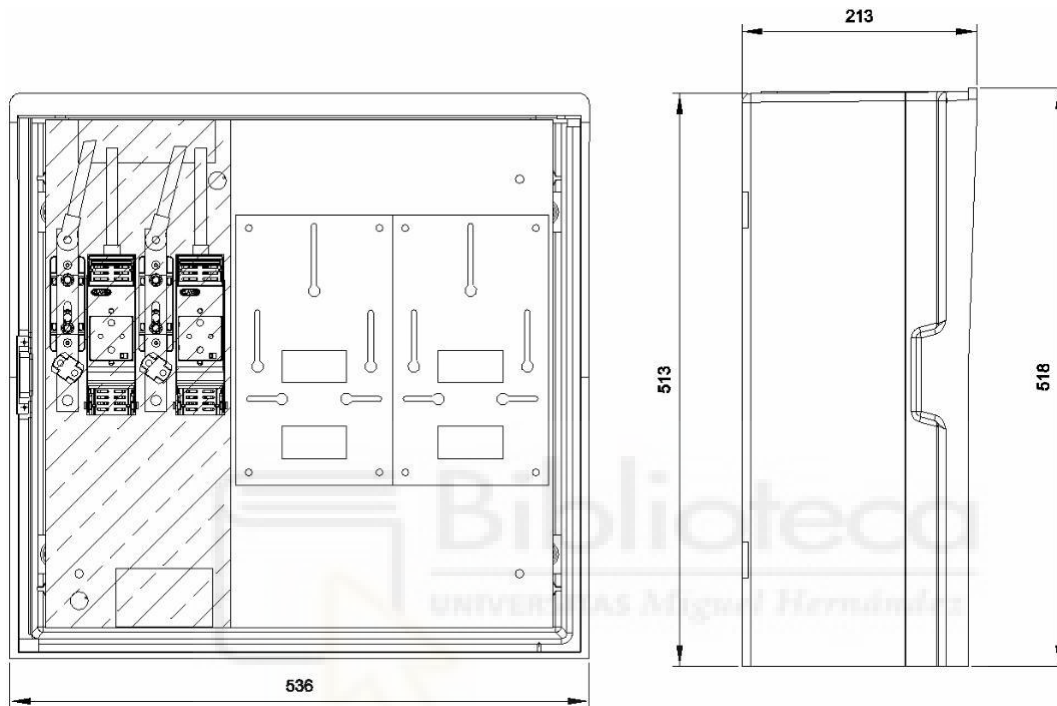
Mirilla para la visualización de su interior.

Placa de señalización de riesgo eléctrico.

Cableado.

Envolvente Referencia	Código	Mirilla	Cierre	Montaje	Dimensiones (mm)
CD-CPM3-D2/2-M	AC88073	2	3 puntos	Empotrable	536 x 518 x 230

DIMENSIONES



Eagle PERC 72M

360-380 Watt

MONO CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004,
OHSAS18001 certified factory.
IEC61215, IEC61730 certified products.



KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell:

5 busbar cell design improves module efficiency and offers better aesthetic appearance for rooftop installation.



High Efficiency:

Higher module conversion efficiency (up to 19.58%) benefit from Passivated Emmitter Rear Contact (PERC) technology.



PID RESISTANT:

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.



Low-light Performance:

Advanced glass and cell surface texture design ensure excellent performance in low-light environment.



Severe Weather Resilience:

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

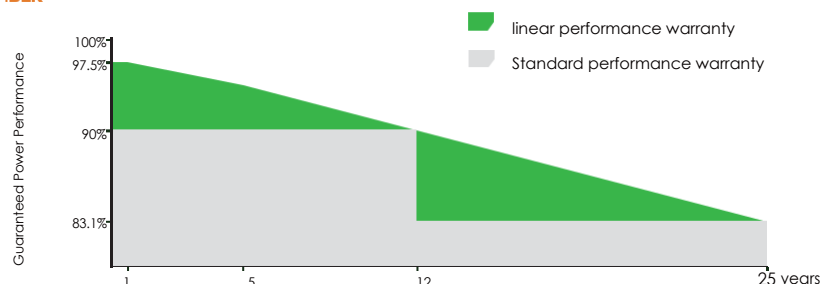


Durability against extreme environmental conditions:

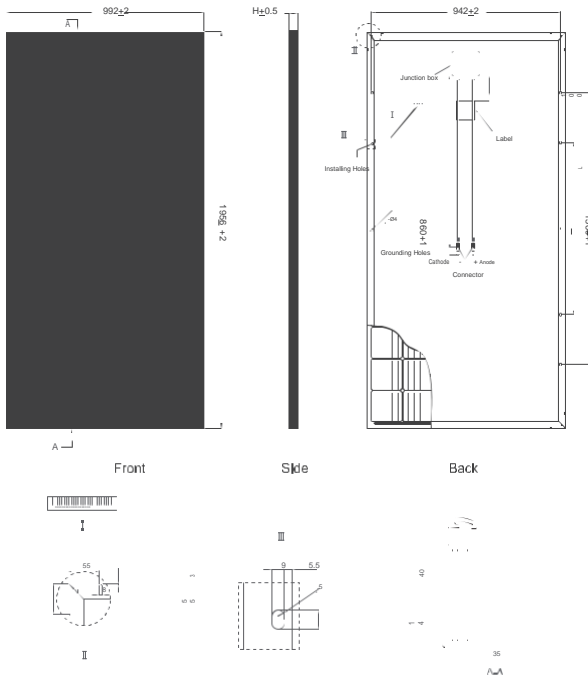
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



Engineering Drawings



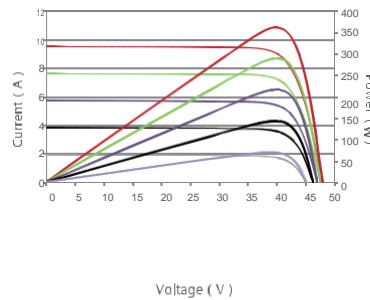
Packaging Configuration

Two pallets = One stack

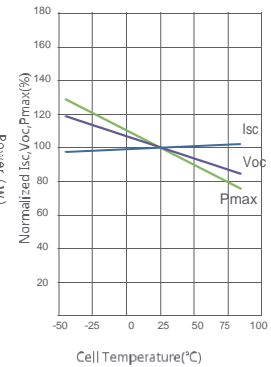
27 pcs/pallet, 54 pcs/stack, 162 pcs/40' HQ container

Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (370W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono-crystalline PERC 156×156mm (6 inch)
No. of Cells	72 (6×12)
Dimensions	1956×992×40mm (77.01×39.05×1.57 inch)
Weight	22.5kg (49.6lbs)
Front Glass	3.2mm, High transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1×4.0mm, Length: 900mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM360M-72		JKM365M-72		JKM370M-72		JKM375M-72		JKM380M-72	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	360Wp	270Wp	365Wp	274Wp	370Wp	278Wp	375Wp	282Wp	380Wp	286Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	39.5V	37.7V	39.7V	37.9V	39.9V	38.1V	40.2V	38.3V	40.5V	38.6V
Maximum Power Current (Imp)	9.12A	7.17A	9.20A	7.24A	9.28A	7.30A	9.33A	7.36A	9.39A	7.42A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.0V	46.5V	48.2V	46.8V	48.5V	47.0V	48.7V	47.2V	48.9V	47.5V
Short-circuit Current (Isc)	9.51A	7.61A	9.57A	7.68A	9.61A	7.75A	9.68A	7.82A	9.75A	7.88A
Module Efficiency (STC) (%)	18.55%		18.81%		19.07%		19.33%		19.58%	
Operating Temperature (°C)	-40°C ~ +85°C									
Maximum System Voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0 ~ +3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.37%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: ☀️ Irradiance 1000W/m² 📱 Cell Temperature 25°C 🌤️ AM=1.5

NOCT: ☀️ Irradiance 800W/m² 📱 Ambient Temperature 20°C 🌤️ AM=1.5 🌬️ Wind Speed 1 m/s

* Power measurement tolerance: ±

Smart Energy Center



DESIGN
AWARD
2017



reddot award 2016
winner

Il Mayores ingresos

- Topología de inversor de alta eficiencia
- Eficiencia máxima del 98,6 %
- Eficiencia europea ponderada del 98,0 %

Fácil y sencillo

- 10,6 kg de peso que permiten la instalación por parte de una sola persona
- Conector de CA optimizado para un cableado rápido
- Admite configuración del inversor con un solo clic

Batería preparada

- Interfaz integrada de almacenamiento de energía de uso inmediato

Seguro y fiable

SUN2000L-2/3/3.68/4/4.6/5KTL



Especificaciones técnicas	SUN2000L-2KTL	SUN2000L-3KTL	SUN2000L-3.68KTL	SUN2000L-4KTL	SUN2000L-4.6KTL	SUN2000L-5KTL
Eficiencia						
Máxima eficiencia	98,4 %	98,5 %	98,5 %	98,6 %	98,6 %	98,6 %
Eficiencia europea ponderada	97,0 %	97,6 %	97,8 %	97,9 %	98,0 %	98 %
Entrada						
Alimentación fotovoltaica máxima recomendada	3000 Wp	4500 Wp	5520 Wp	6000 Wp	6900 Wp	7500 Wp
Tensión máxima de entrada	600V/495V ¹					
Rango de voltaje de operación ¹	90V-600V/90V-495V ¹					
Voltaje de arranque	120 V					
Rango de voltaje MPPT de potencia máxima	120V-480V	160V-480V	190V-480V	210V-480V	260V-480V	260V-480V
Tensión nominal de entrada	380 V					
Corriente de entrada máxima por MPPT	11 A					
Corriente de cortocircuito máxima	15 A					
Cantidad de rastreadores MPP	2					
Cantidad máxima de entradas por MPPT	1					
Salida						
Conexión a red eléctrica	Monofásica					
Potencia de salida nominal	2000 W	3000 W	3680 W	4000 W	4600 W	5000 W ²
Potencia aparente máxima	2200 VA	3300 VA	3680 VA	4400 VA	5000 VA ³	5500 VA ⁴
Tensión de salida nominal	220 V/230 V/240 V					
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz/60 Hz					
Corriente máxima de salida	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A ⁵	25A ⁵
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo... 0,8 inductivo					
Distorsión armónica total máxima	≤ 3 %					
Protección						
Protección contra islas eléctricas	Si					
Protección contra polaridad invertida de CC	Si					
Monitorización de aislamiento	Si					
Protección contra descargas atmosféricas de CC	Si					
Protección contra descargas atmosféricas de CA	Si					
Monitorización de corriente residual	Si					
Protección contra sobrecorriente de CA	Si					
Protección contra cortocircuito de CA	Si					
Protección contra sobretensión de CA	Si					
Protección contra sobrecalentamiento	Si					
Datos generales						
Rango de temperatura de operación	-30 ~ +60 °C (Disminución de la capacidad eléctrica por encima de los 45 °C a potencia de salida nominal)					
Humedad de operación relativa	0 % HR ~ 100 % HR					
Altitud de operación	0 - 4000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2000 m)					
Enfriamiento	Convección natural					
Pantalla	Indicadores led					
Comunicación	RS485, WLAN					
Peso (incluida ménsula de montaje)	10,6 kg (23,4 lb)					
Dimensiones (incluida ménsula de montaje)	375 x 375 x 161,5 mm (14,8 x 14,8 x 6,4 pulgadas)					
Grado de protección	IP65					
Compatibilidad de la batería						
Batería	LG Chem RESU 7H_R / 10H_R					
Rango de tensión	350 ~ 450 VCC					
Corriente máxima	10 A					
Comunicación	RS485					
Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)						
Seguridad	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2					
Estándares de conexión a red eléctrica	G83/2, G59/3, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, UTE C 15-712-1, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, NRS 097-2-1, DEWA 2016					

El texto y las figuras reflejan el estado técnico actual en el momento de imprimir este documento. Están sujetos a cambios técnicos, excepto errores y omisiones. Huawei no será responsable de equivocaciones ni errores de impresión. Para obtener más información, visite: solar.huawei.com. Versión No.: 01-20181001

Curva de eficiencia

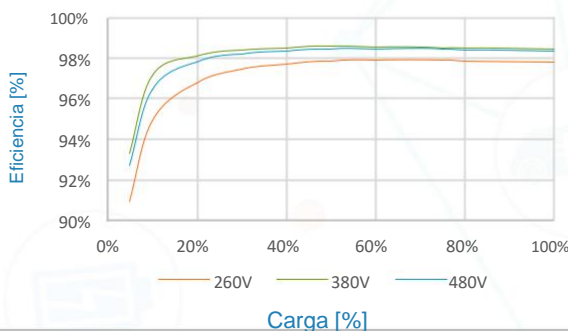
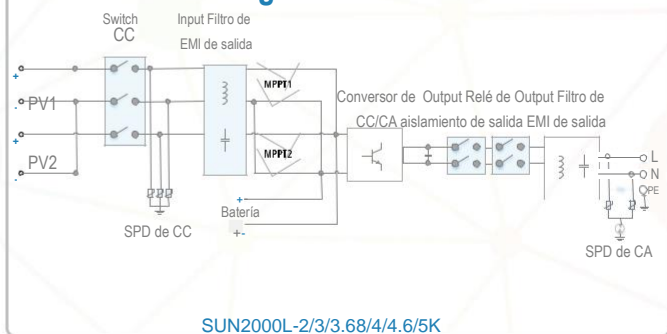


Diagrama de circuitos



ANEJO 10: BIBLIOGRAFÍA



- [1] J.A. Momoh, Smart grid : fundamentals of design and analysis, (2012).
- [2] G.E.L. America, OBJETIVOS DE LAS REDES INTELIGENTES – SMART GRIDS, 13 junio, 2017, 2017.
- [3] R.E.d. España, ¿QUÉ SON LAS SMARTGRID?, 2020.
- [4] A.P. Valera, DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN PARA CONVERTIR UNA RED ELÉCTRICA CONVENCIONAL EN UNA SMART GRID: APLICACIÓN A LA REE, Escuela Técnica Superior Ingenieros Industriales Valencia, Universitat Poliècnica de València, 2018.
- [5] I.L. Aguerrea, MODELO DE SIMULACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DOMÉSTICA, Escuela de Ingenieros Industriales de Navarra, Universidad de Navarra, 2015.
- [6] J.C. López-Vázquez, ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS SMART GRIDS, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación, Universidad de Cantabria, 2016.
- [7] B. Katalinić, NUEVA LEY NETBILLING 21.118 EN REEMPLAZO DE LA 20.571, (2019).
- [8] B.B. Frade, IMPLANTACIÓN Y EVOLUCIÓN DE LAS SMART GRIDS EN ESPAÑA, Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas, Universidad de León, 2014.
- [9] J.A. Ortuño, SMART GRIDS: INTEGRACIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO Y SIMULACIÓN DEL IMPACTO DE LA RECARGA EN UN SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN, Escuela Politécnica Superior de Elche, Universidad Miguel Hernández de Elche, 2020.
- [10] A. Vojdani, Smart Integration, Power and Energy Magazine, IEEE 6 (2009) 71-79.
- [11] F.J.C. Carrasco, EDIFICACIÓN Y SMART GRIDS: FACTORES A TENER EN CUENTA, 4 (2015).
- [12] C.A. Díaz Andrade, J.C. Hernández, Smart Grid: las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica--Estado del Arte, Sistemas & Telemática 9 (2011) 53+.
- [13] J.R.V. Orte, MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS DOMÓTICAS, Escuela técnica superior de Ingeniería Industrial, 2015.
- [14] C. Romero, F. Vazquez, C. De Castro Lozano, Domótica e Inmótica Viviendas y edificios inteligentes, 2005.
- [15] I.R. MATÍAS, DOMÓTICA: UNA PANORAMICA, (1998).

- [16] C.M.P. Redondo, PROYECTO DE HOGAR DIGITAL PARA UNA VIVIENDA BASADO EN LA TECNOLOGÍA KNX, Escuela Politécnica Cuenca, 2016.
- [17] D.V. Keyson, A. Al Mahmud, N. Romero, Living Lab and Research on Sustainability: Practical Approaches on Sustainable Interaction Design, in: J.C. Augusto, R. Wichert, R. Collier, D. Keyson, A.A. Salah, A.-H. Tan (Eds.) Ambient Intelligence, Springer International Publishing, Cham, 2013, pp. 229-234.
- [18] A.R. Al-Ali, A. El-Hag, M. Bahadiri, M. Harbaji, Y. Haj, Smart Home Renewable Energy Management System, Energy Procedia 12 (2011) 120–126.
- [19] F.J. REY MARTINEZ, E. VELASCO GOMEZ, Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas: certificación y auditorías energéticas, Thomson-Paraninfo2006.
- [20] J. Orosa, A. Oliveira, A new thermal comfort approach comparing adaptive and PMV models, Renewable Energy 36 (2011) 951-956.
- [21] M. Mercado, A. Esteves, C. Filippín, Thermal-energy efficiency of a social house in the city of Mendoza, Argentina, Ambiente Construido 10 (2010) 87-100.
- [22] A. Dounis, C. Caraiscos, Caraiscos, C.: Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment - a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, 1246-1261, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 1246-1261.
- [23] X. Riu, ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS KNX-EIB Y Z-WAVE PLUS APLICADOS A INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMÉSTICAS MÁS USUALES., Universidad Politecnica de Cataluña, 2016.
- [24] J.V. Morant, INSTALACION ELECTRICA Y DOMOTICA MEDIANTE KNX DE UNA VIVIENDA SITUADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE GANDIA (VALENCIA), Universitat Politècnica de València, 2018.
- [25] E. Solar, Energía solar fotovoltaica, 2019.
- [26] O.P.J.C.C.e. Lamigueiro, Energía solar fotovoltaica, (2013).