



PROYECTO DE INSTALACIÓN
ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO
DE VIVIENDAS, DE 419,19
M² Y 32,8 M DE ALTURA
CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA PARA
SERVICIOS GENERALES, SITO
EN VALENCIA.

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Autor: Javier Mejías Arriarán

Tutor: Carlos Roldán Blay

Curso académico: 2020-2021

ÍNDICE

Contenido

1. MEMORIA.....	4
1.1 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN	4
1.1.1 Nombre, domicilio social.....	4
1.1.2 Emplazamiento de la instalación.....	4
1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN	5
1.3 REGLAMENTO Y NORMAS TÉCNICAS	5
1.4 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	6
1.4.1 Viviendas	6
1.4.2 Local comercial.....	6
1.4.3 Servicios generales	6
1.5 POTENCIA PREVISTA PARA EL EDIFICIO.....	6
1.5.1 Potencia prevista para las viviendas	7
1.5.2 Potencia prevista para los servicios generales.....	7
1.5.3 Potencia prevista para el local comercial.....	8
1.5.4 Potencia prevista para los aparcamientos	8
1.8 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	8
1.8.1 Centro de transformación	8
1.8.2 Caja general de protección (CGP).....	8
1.8.3 Ubicación.....	9
1.8.2 Línea general de alimentación (LGA)	9
1.8.4 Centralización de contadores.....	11
1.8.5 Derivaciones individuales.....	13
1.8.6 Instalación interior en viviendas	15
1.8.7 Instalaciones interiores de usos comunes	20
1.8.8 Instalación de puesta a tierra.....	21
1.8.9 Interruptores diferenciales. Sensibilidad	23
1.8.10 Protección contra sobretensiones	24
1.8.11 Protecciones contra contactos directos e indirectos.....	25
1.8.12 ALUMBRADO	27
1.9 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	28
1.9.1 Paneles solares	28
1.9.2 Inversor	29
1.9.3 Dimensionamiento	29

1.9.4 Protecciones.....	30
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	33
2.1 POTENCIA PREVISTA PARA EL EDIFICIO.....	33
2.1.1 Potencia prevista para las viviendas	33
2.1.2 Potencia prevista para los servicios generales.....	33
2.1.3 Potencia prevista para el local comercial.....	33
2.1.4 Potencia prevista para los aparcamientos	34
2.2. LGA	34
2.2.1 Sección LGA	34
2.2.2 Protecciones LGA	35
2.3 DI VIVIENDAS.....	36
2.3.1 Sección DI viviendas	36
2.3.2 Protecciones DI viviendas.....	37
2.4 CIRCUITOS INTERIORES	40
2.4.1 Sección circuitos interiores	40
2.4.2 Protecciones servicios interiores	43
2.5 SERVICIOS GENERALES	44
2.5.1 Sección servicios generales	44
2.5.2 PROTECCIONES SERVICIOS GENERALES	45
2.5 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	46
2.5.1 Interruptores diferenciales. Sensibilidad	46
2.5.2 Protección contra sobretensiones	47
2.6 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	48
2.6.1 Dimensionamiento	48
2.6.2. Cableado.....	50
2.6.3 Protecciones.....	51
3. PLIEGO DE CONDICIONES.....	53
3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS	53
3.1.1 Técnico director de obra	53
3.1.2 Constructor o instalador	53
3.1.3 Plan de seguridad y salud en el trabajo	54
3.1.4 Verificación de los documentos del proyecto.....	54
3.1.5 Documentación de la obra	54
3.2 CONDICIONES ECONÓMICAS	54
3.2.1 Composición de los precios unitarios.....	54
3.2.2 Acoplo de materiales.....	55

3.2.3 Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores	55
3.2.4 Conservación de la obra	55
3.2.5 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	56
3.4 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.....	57
3.4.1 Condiciones generales	57
3.4.2 Canalizaciones eléctricas.....	57
4. PRESUPUESTOS	58
5. ANEXOS	60
5.1 ALUMBRADO EN VIVIENDAS	60
6 BIBLIOGRAFÍA.....	72
6.1 PÁGINAS WEB.....	72
6.2 MANUALES	72
6.3 LIBROS	72
7. PLANOS.....	73

1. MEMORIA

El objetivo del proyecto es definir la instalación eléctrica de un edificio de viviendas de ocho pisos, con tres viviendas por piso, dos áticos, un local comercial en la planta baja y dos sótanos con aparcamiento de vehículos.

En este proyecto se va a diseñar una instalación fotovoltaica en el tejado del edificio con el objetivo de aportar energía a los servicios generales de la comunidad.

Se tiene que desarrollar el edificio para que posea las funcionalidades exigidas de iluminación mediante el diseño de cuadros eléctricos, equipos de iluminación, conductores y equipos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Este proyecto se ha basado en el diseño de las siguientes instalaciones:

- Fuentes de alimentación
- Equipos de iluminación
- Equipos de protección
- Conductores
- Cuadros eléctricos

Todo ello basado en el reglamento electrotécnico de baja tensión y siguiendo con su correspondiente normativa.

1.1 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN

1.1.1 Nombre, domicilio social

Edificios y construcciones Comunidad Valenciana S.A. C/Río Bidasoa, 19 46019 (Valencia)

1.1.2 Emplazamiento de la instalación

C/Sagunto, 114 46021 (Valencia)

Este edificio cuenta con un centro de transformación propio debido en su planta baja, colindando éste con un local comercial de pública concurrencia.



Imagen 1. Ubicación edificio

1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico para baja tensión.

Real Decreto 560/2010, por el que se modifica, entre otras disposiciones, el Real Decreto 842/2002.

Guía técnica de aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Orden de 25 de julio de 1989 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, por la que se autoriza la norma técnica para instalaciones de enlace en edificios destinados preferentemente a viviendas.

Iberdrola MT 2.80.12, especificaciones particulares para instalaciones de enlace.

Iberdrola NI 42.72.00 Instalaciones de enlace. Cajas de protección y medida.

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.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Orden de 12.02.01, de la Conselleria de Industria y Comercio, de contenido mínimo de proyectos, modificada por la Resolución de 20.06.03 que la modifica.

Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras.

Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.3 REGLAMENTO Y NORMAS TÉCNICAS

De entre todas las instrucciones que componen el Reglamento electrotécnico de baja tensión, se han utilizado principalmente las siguientes:

- ITC-BT-08: "Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución energía eléctrica.
- ITC-BT-10: "Previsión de cargas para suministros en baja tensión".
- ITC-BT-13: "Cajas generales de protección".
- ITC-BT-14: "Línea general de alimentación".
- ITC-BT-16: "Contadores: Ubicación y sistemas de instalación".
- ITC-BT-18: "Instalaciones de puesta a tierra".
- ITC-BT-19: "Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales".
- ITC-BT-20: "Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación".
- ITC-BT-21: "Tubos y canales protectoras".
- ITC-BT-22: "Protección contra sobrecargas".
- ITC-BT-23: "Protección contra sobretensiones".
- ITC-BT-24: "Protección contra los contactos directos e indirectos".
- ITC-BT-25: "Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características".

1.4 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

1.4.1 Viviendas

El edificio consta de tres tipos de viviendas para las siete primeras plantas las cuales son idénticas en todos los pisos, y dos áticos. En todas las viviendas se utilizará electrificación elevada a 9200 W.

VIVIENDAS	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)	SUPERFICIE CONSTRUÍDA (m ²)
VIVIENDA A	95,18	113,71
VIVIENDA B	92,98	105,96
VIVIENDA C	94,63	113,10
ÁTICO 1	VIVIENDA 80,67	130,06
	TERRAZA 94,24	
ÁTICO 2	VIVIENDA 85,92	135,07
	TERRAZA 98,63	

Tabla 1. Superficie edificio

1.4.2 Local comercial

En la planta baja se ubica un local comercial de 142,33 m².

1.4.3 Servicios generales

- PLANTA BAJA: Se dispone de un portal de entrada y vestíbulo de acceso a escalera, dos cuartos de contadores para agua y electricidad, un cuarto de reserva de basuras de 35,91m² y un aparcamiento de bicicletas de 0,84m².

- SÓTANOS: Se dispone de dos sótanos en altura de 364,49m² el primero y de 353,36m² el segundo, con su respectivo montacoches.

- ASCENSOR: Se dispone de dos ascensores con acceso a las diferentes plantas del edificio, incluidas la planta baja y los áticos, de 12kW cada uno.

- MONTACOCHE: Se dispone de un montacoches con acceso a planta baja y a ambos sótanos de 29kW.

1.5 POTENCIA PREVISTA PARA EL EDIFICIO

La carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas resulta de la suma de la carga correspondiente al conjunto de viviendas, de los servicios generales del edificio, de la correspondiente a los locales comerciales y de los garajes que forman parte del mismo.

La potencia total se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Potencia}_{\text{total}} = \text{Potencia}_{\text{viviendas}} + \text{Potencia}_{\text{ser.gen.}} + \text{Potencia}_{\text{loc.com.}} + \text{Potencia}_{\text{aparcamientos}}$$

1.5.1 Potencia prevista para las viviendas

La carga máxima por vivienda depende del grado de utilización que se desee alcanzar.

Como se ha comentado anteriormente, se partirá de un grado de electrificación elevada. Este grado de electrificación es el correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica O con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m², o con cualquier combinación de los casos anteriores.

El promotor, propietario o usuario del edificio fijará de acuerdo con la Empresa Suministradora la potencia a prever, la cual, para nuevas construcciones, no será inferior a 9200 W, en cada vivienda, independientemente de la potencia a contratar por cada usuario, que dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica.

En este caso, la potencia a prever se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad asignada del interruptor general automático, según se indica en la ITC-BT-25.

La carga correspondiente al conjunto de viviendas se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la *Tabla 2*, según el número de viviendas.

Nº Viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21)·0,5

Tabla 2. Coeficiente de simultaneidad

$Potencia_{viviendas} = \text{Media de las potencias máximas previstas por vivienda} \cdot \text{Coeficiente de simultaneidad}$.

1.5.2 Potencia prevista para los servicios generales

Será la suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad.

Alumbrado de portal: 4 lámparas LED de 8W

Vestíbulo: 6 lámparas LED de 8W en cada planta incluida planta baja

Cuarto de limpieza: 1 lámpara LED de 8W

Cuarto contadores: 1 lámpara LED de 8W para cada uno (2 cuartos)

Escaleras: 1 lámparas LED de 8W por rellano

Tomas de corriente: 2 tomas de corriente a 16A

Aparatos elevadores: 2 ascensores de 12kW cada uno y un montacoches de 29,5kW.

1.5.3 Potencia prevista para el local comercial

Se calculará considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

$$Potencia_{loc.com.} = 142m^2 \cdot 100W/m^2$$

1.5.4 Potencia prevista para los aparcamientos

Se calculará considerando un mínimo de 20W por metro cuadrado para planta y garajes de ventilación forzada, con un mínimo de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

$$Potencia_{aparcamientos} = 254,9m^2 \cdot 20W/m^2$$

1.8 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.8.1 Centro de transformación

El artículo 46 del Real Decreto 1955/200, indica que no se podrán atender suministros en baja tensión con potencias superiores a 50kW, por lo que será necesario disponer de un centro de transformación de 17,61m² en la planta baja.

$$PCT = CT \cdot \frac{PT}{\eta * \cos\phi} = 1,2 * \frac{202,59}{0,9 * 0,85} = 317,79kW$$

Siendo:

PCT la potencia del centro de transformación

PT la previsión total de potencia

η el rendimiento del transformador

CT el coeficiente de mayoración

$\cos\phi$ el factor de potencia de la instalación

1.8.2 Caja general de protección (CGP)

La caja general de protección es la caja que aloja los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

Se instalará preferentemente sobre la fachada exterior del edificio, en un lugar de libre y permanente acceso en el que previamente se llegará a un acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora para su posterior localización.

Al tener en el interior del edificio un centro de transformación, los fusibles del cuadro general de baja tensión de dicho centro podrán utilizarse como protección de la línea general de alimentación, desempeñando la función de caja general de protección.

Al tener acometida subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a 30cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

Se procurará que la situación elegida, esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc., según se indica en ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

Según ITC-BT-16 se establece un límite de 150kW en la centralización de contadores. Por tanto, para atender a las necesidades del edificio de 202,59kW, se instalará una CGP de 250A y otra de 100A.

Los usuarios o el instalador electricista autorizado sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a la empresa suministradora.

Las CGP, así como el neutro, irán conectados a tierra con esquema TT. La finalidad de esta puesta a tierra será habilitar una zona de mantenimiento y reparación de la red de distribución.

1.8.3 Ubicación

Como se ha comentado anteriormente, el centro de transformación, así como su equipo de medida están ubicados en la planta baja. Al no tratarse de un suministro para un único usuario y disponer de una línea general de alimentación, el centro de transformación y el equipo de medida se situarán en locales diferentes.

1.8.2 Línea general de alimentación (LGA)

La línea general de alimentación es aquella que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores. De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones. La LGA se regula mediante ITC-BT-14.

Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por conductores aislados en el interior de tubos empotrados.

El trazado de la LGA será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común.

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

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.

Los cables serán no propagadores de incendios y con emisión de humos y opacidad reducida.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-En 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible.

La caída de tensión máxima será de 0,5% para las líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones totalmente centralizadas.

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20.460-5-523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la ITC-BT-10.

Se instalará una LGA para alimentar las viviendas con una potencia de 149,96kW y otra LGA para alimentar los servicios generales, el local comercial y los garajes con una potencia de 52,63 kW.

Para el cálculo de la sección de cada LGA, se tienen que seguir los criterios de diseño y protección, extraídos de la ITC-BT-14 y de la ITC-BT-22 que la amplía e interpreta.

Según el punto 1.2 de la ITC-BT-22, la norma UNE 20.460-4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460-4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

Como se ha mencionado en el apartado 1.8.2., la instalación corresponde a un esquema TT con 3 fases y un neutro

Circuitos	3 F + N							3 F			F + N		2 F		
	$S_N \geq S_F$				$S_N < S_F$			F	F	F	F	N	F	F	
Esquemas	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TN - C	P	P	P	-	P	P	P	⁽¹⁾	P	P	P	P	-	P	P
TN - S	P	P	P	-	P	P	P	^P ₍₃₎₍₅₎	P	P	P	P	-	P	P
TT	P	P	P	-	P	P	P	^P ₍₃₎₍₅₎	P	P	^P ₍₂₎₍₄₎	P	-	P	^P ₍₂₎
IT	P	P	P	^P ₍₃₎₍₅₎	P	P	P	^P ₍₃₎₍₅₎	P	P	P	P	^P ₍₆₎₍₃₎	P	^P ₍₂₎

Imagen 2. LGA para esquema TT

Esto significa que debe preverse un dispositivo de protección (detección) sobre el conductor correspondiente. Es decir, se instalarán en la CGP cortacircuitos fusibles del tipo cuchilla en cada una de las fases según norma NI 76.01.01 para proteger la LGA frente a sobrecargas.

Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse, las corrientes armónicas y su comportamiento, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse. El conductor neutro tendrá una sección de aproximadamente el 50 por 100 de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a los valores especificados en la tabla 3.

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

Tabla 3. Secciones LGA

Se elegirá un conductor de cobre unipolar, montaje bajo tubo en instalación empotrada, aislamiento RZ1-K (AS) de polietileno reticulado.

1.8.4 Centralización de contadores

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica estarán ubicados en armarios dentro de un local.

Se prevén dos centralizaciones de contadores, una para cada LGA. Según se indica en la ITC-BT-16, artículo 3, cada centralización de contadores contará con un interruptor general de maniobra (IGM) y se dispondrá de dos IGM al disponer de dos LGA.

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324, será el IP40; IK 09 al ser una instalación de tipo interior.

Deberá permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Al utilizarse armarios, deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

Las dimensiones de los armarios serán las adecuadas para el tipo y número de contadores, así como del resto de dispositivos necesarios para la facturación de la energía, que según el tipo de suministro deben llevar.

Se prevén dos centralizaciones de contadores con 27 contadores cada uno, de los cuales 23 serán para viviendas, 1 para servicios generales, 1 para cada garaje y 3 para el local comercial.

Se contará con un interruptor de 250A para las viviendas y con otro de 160A para el local comercial, los servicios generales y los dos garajes.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi \rightarrow 149960 = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot I \cdot 0,9 \rightarrow I = 240,5A$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi \rightarrow 52630 = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot I \cdot 0,9 \rightarrow I = 84,405A$$

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalarán antes del contador y se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Además, la sección de los cables será de 6mm², salvo que incumpla alguna condición reglamentaria como la caída de tensión. Los conductores H07Z-R y H07Z1-R(AS) cumplen estas condiciones.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21.022, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la ITC MIE-BT-26.

Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.027-9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 21.1002 (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción.

Asimismo, deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control con el objetivo de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes. El cable tendrá las mismas características que las indicadas anteriormente, su color de identificación será el rojo y con una sección de 1,5mm².

Las conexiones se efectuarán directamente y los conductores no requerirán preparación especial o terminales.

En el caso de edificios destinados a viviendas y locales comerciales, los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica de cada uno de los usuarios y de los servicios generales del edificio, podrán concentrarse en uno o varios lugares, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un armario o local adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación.

Ya que el número de contadores es superior a 16, es obligatoria su ubicación en local.

Este local que estará dedicado única y exclusivamente a este fin podrá, además, albergar por necesidades de la Compañía Eléctrica para la gestión de los suministros que parten de la centralización, un equipo de comunicación y adquisición de datos, a instalar por la Compañía Eléctrica, así como el cuadro general de mando y protección de los servicios comunes del edificio, siempre que las dimensiones reglamentarias lo permitan.

El local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece la NBE-CPI-96.

Estará situado en la planta baja, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Será de fácil y libre acceso, tal como portal o recinto de portería y nunca podrá coincidir con el de otros servicios tales como cuarto de calderas, concentración de contadores de agua, gas, telecomunicaciones, maquinaria de ascensores o de otros como almacén, cuarto trastero, de basuras, etc.

No servirá de paso ni de acceso a otros locales.

Estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.

Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.

El local tendrá una altura mínima de 2,30m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en la norma NBE-CPI.96 para locales de riesgo especial bajo.

La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70x2m.

Dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.

En el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio.

La colocación de la concentración de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere el 1,80.

La unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

La unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual, así como los bornes de salida de las derivaciones individuales. El embarrado de protección deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

ID	CONCEPTO	LONGITUD (m)
LGA 1	LGA viviendas	15
LGA 2	LGA resto edificio	15

Tabla 4. Longitud LGAs

1.8.5 Derivaciones individuales

La derivación individual (DI) es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. La DI se regula mediante ITC-BT-15.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Este fusible deberá cumplir con lo establecido en el apartado 8.4 de la Orden de 25.07.09, Norma técnica para instalaciones de enlace, aplicable sólo en la Comunidad Valenciana.

Se prevén 29 derivaciones individuales, 1 para cada una de las 23 viviendas, 3 para el local comercial, 1 para los servicios generales y 2 para los garajes.

PISO	VIVIENDA A	VIVIENDA B	VIVIENDA C
	<i>L (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>L (m)</i>
1º	6,2744	14,6543	19,7774
2º	9,3173	17,6972	22,8203
3º	12,3602	20,7401	25,8632
4º	15,4031	23,783	28,9061
5º	18,446	26,8259	31,949
6º	21,4889	29,8688	34,9919
7º	24,5318	32,9117	38,0348
ÁTICOS	<i>L (m)</i>		
ático 1	30,6346		
ático 2	38,9727		
Local comercial	30		
Servicios generales	39,04		

Garaje 1	31.8807		
Garaje 2	35		

Tabla 5. Longitud DIs

Las derivaciones individuales estarán constituidas por conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado a zonas de uso común, careciendo de curvas, cambios de dirección cerrado convenientemente precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura cada dos plantas, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la NBE-CPI-96. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica se ajustarán a la siguiente tabla:

DIMENSIONES (m)		
Número de derivaciones	ANCHURA L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m una fila	Profundidad P = 0,30 m dos filas
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

Tabla 6. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20m del techo.

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. En el caso de suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista de la instalación.

A efecto de la consideración del número de fases que compongan la derivación individual, se tendrá en cuenta la potencia que en monofásico está obligada a suministrar la empresa distribuidora si el usuario así lo desea.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

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 0,6/1kV.

Se elegirá un cable unipolar de cobre aislado de polietileno reticulado a instalar bajo tubo en patinillos verticales de obra.

1.8.6 Instalación interior en viviendas

1.8.6.1 Cuadro general de mando

El cuadro general de mando se regula mediante ITC-BT-17.

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para 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.

En viviendas, deberá preverse la situación de los dispositivos generales de mando y protección junto a la puerta de entrada y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc. En el local comercial deberá situarse lo más próximo posible a una puerta de entrada de éstos.

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 1,4 y 2m, para viviendas. En el local comercial, la altura mínima será de 1m desde el nivel del suelo.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 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.

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

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

1.8.6.2 Prescripciones generales

Las prescripciones generales de la instalación interior en viviendas se regulan mediante ITC-BT-19 y deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en la Norma UNE 20.460-3.

Los conductos y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores.

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% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema que se utilice.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del presente reglamento y en su defecto con las indicaciones facilitadas por el usuario considerando una utilización racional de los aparatos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

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, 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 se identificarán por los colores marrón o negro.

Para los conductores de protección, se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 en su apartado 543. Los conductores de protección tendrán una sección mínima en función de la sección de los conductores de fase de la instalación.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)
$S \leq 16$	$S (*)$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

(*) Con un mínimo de:
 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica
 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

Tabla 7. Secciones mínimas instalaciones interiores

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, 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.

La instalación se dividirá en varios circuitos, 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.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

Las instalaciones eléctricas se establecerán de forma que no supongan riesgo para las personas y los animales domésticos tanto en servicio normal como cuando puedan presentarse averías previsibles.

En relación con estos riesgos, las instalaciones deberán proyectarse y ejecutarse aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos.

Estas medidas de protección son las señaladas en la instrucción ITC-BT-24 y deberán cumplir lo indicado en la UNE 20.460, parte 4.41 y parte 4.47.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la siguiente tabla:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en DC (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Inferior o igual a 500V	500	≥0,5
Superior a 500V	1000	≥1

Tabla 8. Resistencia de aislamiento

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

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro, con relación a tierra y entre conductores.

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. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o derivación.

1.8.6.3 Número de circuitos y características

El número de circuitos y sus características se regula mediante ITC-BT-25.

En el edificio se instalará electrificación elevada, ya que se prevén aparatos electrodomésticos que obligan a instalar más de un circuito de electrificación básica, así como sistemas de calefacción eléctrica y aire acondicionado. Por lo que se instalarán los siguientes circuitos:

- C₁ → Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C₂ → Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C₃ → Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y el horno.
- C₄ → Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C₅ → Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.
- C₈ → Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica.
- C₉ → Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de aire acondicionado.
- C₁₀ → Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente.

La electrificación básica tomará los circuitos del 1 al 5 y la electrificación elevada tomará los circuitos del 6 al 12. Ya que sólo se prevé la instalación de calefacción, aire acondicionado y secadora, los demás circuitos de electrificación elevada quedarán apartados.

Tanto para la electrificación básica como la elevada, se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial por cada cinco circuitos instalados.

En la **Tabla X** se relacionan los circuitos máximos previstos con sus características eléctricas.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I = n \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

Siendo:

N el número de tomas o receptores.

I_a la intensidad prevista por toma o receptor.

F_s (factor de simultaneidad) la relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total.

F_u (factor de utilización) el factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor.

Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la intensidad máxima de cortocircuito se corresponderán con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente.

Los conductores serán de cobre y su sección será como mínimo la asignada en la **tabla X**, y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3%. Esta caída de tensión se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización más alejado del origen de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas.

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F_s	Factor utilización F_u	Tipo de toma (7)	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm^2 (8)	Tubo o conducto Diámetro mm (9)
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽¹⁷⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽¹⁸⁾	20	3	4 ⁽⁵⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C ₆ Calefacción	⁽¹²⁾ ---	---	---	---	25	---	6	25
C ₇ Aire acondicionado	⁽¹²⁾ ---	---	---	---	25	---	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450 ⁽¹⁴⁾	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	⁽¹⁴⁾ ---	---	---	---	10	---	1,5	16

Tabla 9. Características eléctricas de los circuitos

En cada estancia se utilizarán como mínimo los puntos de utilización recogidos en la Tabla 10.

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C ₁	pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	--- ---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
Dormitorios	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	---
Baños	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	--- ---
	C ₅	Base 16 A 2p+T	1	---
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Pasillos o distribuidores	C ₁	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C ₃	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C ₄	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C ₅	Base 16 A 2p + T	3 ⁽¹²⁾	encima del plano de trabajo
	C ₈	Toma calefacción	1	---
Terrazas y Vestidores	C ₁₀	Base 16 A 2p + T	1	secadora
	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

Tabla 10. Puntos de utilización por estancia

1.8.6.4 Sistema de instalación

El sistema de instalación se regula mediante el ITC-BT-20 y deben tener en consideración los principios fundamentales de la norma UNE 20.460-5-52.

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado den entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20.460-5-52.

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 3cm. 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 y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la Instrucción ITC-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.

b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta la elevación de la temperatura, la condensación, la inundación, la corrosión, la explosión y la intervención por mantenimiento o avería.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

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. Por otra parte, el conductor neutro estará claramente diferenciado en todo momento.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

Los conductores estarán aislados en el interior de huecos de la construcción.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20mm.

Se evitarán las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco.

1.8.7 Instalaciones interiores de usos comunes

1.8.7.1 Dispositivos generales e individuales 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 el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales 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.

En viviendas, deberá preverse la situación de dichos dispositivos junto a la puerta de entrada. En el local comercial deberán situarse lo más próximo posible a una puerta de entrada.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En el local comercial deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando no sean accesibles al público en general.

Se situarán a una altura de 1,4 y 2m en las viviendas y a 1,5m en el local comercial.

Estos dispositivos se ubicarán en el interior de un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE 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.

Además de los dispositivos mencionados para cada una de las viviendas y para el local comercial, se dispondrá de un cuadro monofásico de servicio de escalera y un cuadro trifásico para los ascensores y el montacoches a situar dentro del cuarto de maquinaria.

1.8.8 Instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra quedará regulada por ITC-BT-26 e ITC-BT-18.

En toda edificación se establecerá una toma de tierra de protección, instalando en el fondo de las zanjas de cimentación del edificio, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35mm², formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

Al conductor en anillo se conectará la estructura metálica del edificio.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra indicado en ITC-BT-18.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4 (1)	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 11. Líneas de enlace con tierra

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En los patios de luces destinados a cocinas, cuartos de aseo, etc.
- En el local de la centralización de contadores.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas.
- En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- En cualquier lugar donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que, por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

En este edificio existen cinco posibles puntos o bornes de puesta a tierra, pudiendo coexistir varios a la vez, en cuyo caso se considera borne principal el situado en la centralización de contadores.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la instrucción ITC-BT-19, con un mínimo de 16mm² (*tabla 6*)

Tanto las líneas principales de tierra como las derivaciones de las líneas principales de tierra forman parte de lo que la ITC-BT-18 define como conductores de protección. Las líneas principales se encuentran conectadas directamente a un borne de puesta a tierra, mientras que las derivaciones se conectan a tierra a través de las líneas principales.

En este edificio la línea principal está formada por el conductor de protección que va desde el borne de puesta a tierra hasta el embarrado de protección y bornes de salida de la centralización de contadores.

La derivación de una línea principal de tierra está formada por el conductor de protección que discurre desde el embarrado de protección de la centralización de contadores hasta el origen de la instalación interior, por la misma canalización que las derivaciones individuales.

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

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

Se instalarán conductores de protección acompañando a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda hasta los puntos de utilización.

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante la puesta a tierra de las masas y empleo de los dispositivos descritos en el apartado 2.1 de la ITC-BT-25.

El cuadro general de distribución estará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-17. En este mismo cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750V, como mínimo.

Los circuitos y las secciones utilizadas serán los indicados en la ITC-BT-25.

Se prevé un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Conductores de tierra.
- Conductores de protección.
- Conductores de unión equipotencial principal.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

El conductor de equipotencialidad conectará eléctricamente todas las masas metálicas de la estructura de un edificio con la finalidad de evitar diferencias de potencial entre ellas.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de mayor sección de la instalación, con un mínimo de 6mm^2 .

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 ambos.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V en el local y 50 V en los demás casos.

1.8.9 Interruptores diferenciales. Sensibilidad

La protección de la instalación contra los contactos indirectos depende de la puesta a tierra de la instalación. La ITC-BT-08 indica en el apartado 1.4. que el esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente desde una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT (tierra-tierra) y la protección se suele realizar mayoritariamente mediante el empleo de interruptores diferenciales.

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

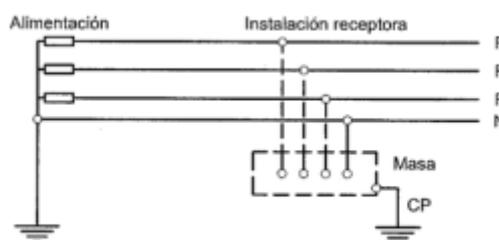


Imagen 3. Esquema TT

En este esquema las instalaciones de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del

esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

1.8.10 Protección contra sobretensiones

La protección contra sobretensiones se regula mediante ITC-BT-23.

Esta instrucción trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación.

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores. Mediante una adecuada selección de la categoría, se puede lograr la coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. La reducción de las sobretensiones de entrada a valores inferiores a los indicados en cada categoría se consigue con una estrategia de protección en cascada que integra tres niveles de protección: basta, media y fina, logrando de esta forma un nivel de tensión residual no peligroso para los equipos y una capacidad de derivación de energía que prolonga la vida y efectividad de los dispositivos de protección.

- | | |
|--|-----|
| Categoría | I |
| Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico. | |
| Categoría | II |
| Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija. | |
| Categoría | III |
| Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad. | |

Categoría

IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Es preciso distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo. Esta instrucción no trata este caso.
- Las debidas a la influencia de descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

Los efectos capacitivos e inductivos son debidos a:

- Descargas atmosféricas en el sistema de protección externa, o en las inmediaciones.
- El acoplamiento capacitivo entre primario y secundario en el caso de descargas atmosféricas en la línea aérea de AT.
- El acoplamiento inductivo por las maniobras de equipos con reactancia de valor elevado.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea la inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar. En este tipo de redes, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación. En redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla X, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla 12, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	-- --	8	6	4	2,5

Tabla 12. Categoría por tensión nominal

1.8.11 Protecciones contra contactos directos e indirectos

Las protecciones contra contactos directos e indirectos se regulan mediante ITC-BT-24

La protección contra los choques eléctricos para contactos directos e indirectos a la vez se realiza mediante la utilización de muy baja tensión de seguridad MBTS, que debe cumplir las siguientes condiciones:

- Tensión nominal en el campo I de acuerdo a la norma UNE 20.481 y la ITC-BT-36.
- Fuente de alimentación de seguridad para MBTS de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20.460-4-41.

- Los circuitos de instalaciones para MBTS, cumplirán lo que se indica en la Norma UNE 20.460-4-41 y en la ITC-BT-36.

La protección frente a contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.460 -4-41, que son habitualmente:

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

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y de ser una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- con la ayuda de una llave o herramienta.
- Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes.
- Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

La protección por puesta a tierra por fuera de alcance por alejamiento no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

La puesta a tierra fuera del alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Las partes accesibles simultáneamente que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

La protección contra los contactos indirectos se consigue mediante corte automático de la alimentación. Este corte, después de la aparición de un fallo, está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticas en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales.

Como se ha descrito en el apartado 1.8.9, para la protección contra contactos indirectos se utilizará un interruptor diferencial según ITC-BT-08.

1.8.12 ALUMBRADO

La ITC-BT-44 "Receptores para alumbrado" se aplica a las instalaciones de receptores para alumbrado. Se entiende como receptor de alumbrado, el equipo o dispositivo que utiliza la energía eléctrica para la iluminación de espacios interiores o exteriores.

1.8.12.1 Luminarias

Las luminarias serán conforme a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

1.8.12.2 Lámparas

Queda prohibido el uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión en el interior de las viviendas.

En el interior del local comercial y en el interior del edificio se permitirá su instalación cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envoltentes separadoras, tal y como se define en la ITC-BT-24.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquellos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9, y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

Para instalaciones que alimenten tubos luminosos de descarga con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1kV y 10kV, se aplicará lo dispuesto en la UNE-EN 50.107. No obstante, se considerarán como instalaciones de baja tensión las destinadas a lámparas o tubos de descarga, cualquiera que sean las tensiones de funcionamiento de éstas.

La protección frente a contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la instrucción ITC-BT-24.

La instalación irá provista de un corte omnipolar, situado en la parte de baja tensión. Queda prohibido colocar interruptor, conmutador, seccionador o cortacircuito en la parte de instalación comprendida entre las lámparas y su dispositivo de alimentación.

1.9 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica se ha escogido el software PVSyst, con el que se elegirán el número total de paneles que se pueden implantar en el terrado del edificio, teniendo en cuenta tanto la superficie del terrado como la medida de los paneles solares propuestos.

También se deberá elegir un inversor solar para transformar esta energía continua proveniente de los paneles solares en energía alterna utilizable a nivel usuario en una vivienda.

Esta instalación fotovoltaica debe dotar de electricidad a los servicios generales del edificio, lo que implica que debe proporcionar una potencia de 38kW incluidos los aparcamientos. A esto hay que añadirle un porcentaje de energía reactiva del 5% impuesto por el código de red, lo que implica una potencia de 40kVA.

La superficie de terrado es una limitación para esta potencia, por lo que se dimensionarán los paneles solares en función del espacio del que se disponga. Se intentará obtener la máxima potencia con unos paneles que puedan aportar lo máximo posible, no obstante es posible que no se llegue a alcanzar la potencia deseada, por lo que lo normal es que se consiga proporcionar energía tan sólo a una parte de los servicios generales.

1.9.1 Paneles solares

Se utilizarán paneles Longi Solar LR4-72 HPH 420 M, cuyas células tienen las siguientes características:

Potencia máxima (P_{máx})	430 Wp
Voltaje a máxima potencia (V_{mpp})	40,7 V
Corriente a máxima potencia (I_{mpp})	10,57 A
Voltaje de circuito abierto (V_{oc})	48,5 V
Dimensión del panel (H/W/D)	2094x1038,35 mm

Tabla 13. Características paneles solares

Los paneles solares se diseñarán con una serie de diodos by-pass cuya misión es aislar una determinada serie de células que pueden estar en sombra, afectando al rendimiento del resto del módulo. Al disponer de ellos, si se producen sombras, la corriente no circula por esas células.

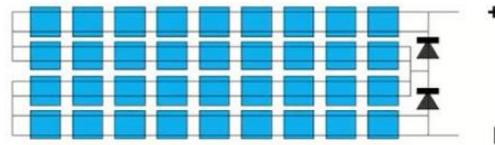


Imagen 4. Corte transversal de un módulo solar FV

Para la correcta implementación de los paneles solares, se tendrá en cuenta tanto el espacio disponible como la separación entre ellos por las posibles sombras que puedan afectar al rendimiento de los paneles dependiendo de la posición del sol a lo largo del día.

Una vez entre en operación la instalación, la potencia de salida máxima se determina por el producto de los valores máximos de tensión y corriente. Es decir, por una tensión en el punto de máxima potencia V_{MPP} y por una corriente en el punto de máximo potencia I_{MPP} .

Los paneles solares tienen diferentes asociaciones, de manera que la suma de sus potencias, tensiones y corrientes sean compatibles con la de los inversores solares.

En la asociación en serie de paneles, el terminal positivo de un panel se conecta al terminal negativo del siguiente, y así sucesivamente, hasta conectar el número total de paneles de la serie o de la rama. Al finalizar las conexiones en serie de las diversas ramas, todos los terminales positivos de los últimos paneles de las series se unen para formar el positivo del campo solar, procediendo de igual manera con los terminales negativos de los primeros paneles de las series.

La asociación en serie de paneles fotovoltaicos permite ajustar las tensiones entregadas por el conjunto de paneles conectados en serie a los valores aceptados por la entrada de continua del inversor solar.

Se conectarán paneles en serie hasta alcanzar el valor establecido en el diseño. La tensión que se obtiene es el producto de la tensión de un panel por el número de paneles en serie en vacío.

Por otro lado, la corriente total de la planta fotovoltaica es la suma de las corrientes que circulan por cada uno de los módulos asociados en paralelo. El número máximo de ramas en paralelo se determina a partir de potencia de pico seleccionada y la corriente en el MPP de cada módulo. La tensión de trabajo de todos los módulos se asume la mismo.

1.9.2 Inversor

En un sistema fotovoltaico con conexión a la red eléctrica, la potencia en corriente continua generada por la planta fotovoltaica debe convertirse a corriente alterna para poder ser inyectada en la red eléctrica. Este requisito hace imprescindible la utilización de un inversor que convierta corriente continua en corriente alterna.

Los inversores disponen de un buscador del punto de máxima potencia (MPPT), que continuamente ajusta la impedancia de carga de los paneles solares para que el inversor pueda extraer la máxima potencia que el sistema puede proporcionar a lo largo del día.

La selección del inversor apropiado es crucial para una planta, ya que generalmente suponen el coste más elevado en hardware de un proyecto solar. La mala elección de un inversor solar supone un riesgo de una salida de potencia indeseada o un bajo rendimiento de la energía recibida en los paneles solares.

1.9.3 Dimensionamiento

A la hora de dimensionar una instalación solar para autoconsumo, se deberán tener en cuenta las siguientes condiciones:

- El dimensionamiento AC inicial: Cuando se afronta el diseño de una instalación solar fotovoltaica, el primer paso es decidir su potencia de salida AC. Este parámetro viene determinado por el espacio del que se dispone en el terrado.
- El Dimensionamiento DC inicial: Engloba los cálculos técnicos que relacionan los paneles solares y el inversor. Los paneles tienen sus potencias, tensiones y corrientes de trabajo nominales, los cuales deben estar siempre dentro de los rangos de entrada del inversor.
- El dimensionamiento AC/DC final: Este tipo de requerimiento suele implicar la inyección de energía reactiva desde la instalación hacia la red. Esta inyección de reactiva, según lo que se deba cumplir, podrá ser capacitiva o inductiva, lo que implica lo siguiente:
 - Las tensiones de salida de la planta tienden a subir ante la inyección de energía capacitiva y tienden a bajar ante la inyección de energía inductiva.
 - Si las tensiones suben y bajan, el dimensionamiento AC y DC iniciales expuestos anteriormente se ven afectados. Si las tensiones AC recibidas no son las nominales, y son más elevadas, el rango DC del inversor se ve reducido.

1.9.4 Protecciones

1.9.4.1 Protección contra sobrecorrientes en el lado DC

Desde el punto de vista de la protección contra las sobrecargas, no es necesario proteger los cables si se eligen con una capacidad de transporte de corriente no inferior a la corriente máxima que puede afectarles.

Al diseñar una instalación fotovoltaica es necesario prever la protección de las diferentes secciones de la planta contra las sobrecorrientes y sobretensiones de origen atmosférico.

En cuanto al cortocircuito, los cables del lado de DC se ven afectados por dicha sobrecorriente en caso de fallo entre la polaridad de la instalación fotovoltaica, fallo a tierra en los sistemas conectados a tierra, o doble fallo a tierra en los sistemas aislados a tierra.

Debido a la aparición de sombras o a un fallo, una fila de placas o string se vuelve pasiva, absorbiendo y disipando la energía eléctrica generada por los otros strings conectados en paralelo al mismo inversor mediante una corriente que fluye a través de la cadena considerada en sentido inverso al del funcionamiento estándar, con posibles daños en los módulos. Estos son capaces de soportar una corriente inversa que oscila entre 2,5 y 3 Isc.

La contribución al cortocircuito en el lado DC del inversor puede provenir de la red y de la descarga de los condensadores dentro del inversor.

La corriente de red se debe a los diodos de recirculación del puente inversor que en este caso actúan como un puente rectificador. Esta corriente está limitada por las impedancias del transformador y de los inductores de circuito de salida y por los fusibles de protección del inversor en el lado de AC elegidos para que puedan limitar los efectos térmicos de posibles fallos internos en los semiconductores.

Como consecuencia, la intensidad que pasa se reducirá normalmente.

La corriente de descarga de los condensadores está limitada por los cables entre el inversor y la avería y se agota con tendencia exponencial, cuanto menor sea la impedancia del tramo de cable, mayor es la corriente inicial, pero menor es la constante de tiempo de la descarga. La energía que fluye está limitada a la inicialmente almacenada en los condensadores. Además, si un diodo de bloqueo u otro dispositivo similar está en serie con uno de los dos polos, esta contribución al cortocircuito es nula.

En cualquier caso, el cortocircuito en el lado de DC provoca una caída de la tensión continua, el inversor se paga y probablemente se desconecte de la red.

Los tiempos de conexión del inversor son del orden de algunos milisegundos, mientras que los tiempos de desconexión pueden ser del orden de algunas decenas de milisegundos. En el intervalo entre el apagado y la desconexión, la red puede causar el efecto mencionado, mientras que los condensadores internos, si involucrados, participan hasta su completa descarga.

En cuanto a la protección contra cortocircuitos, los dispositivos deberán ser obviamente adecuado para su uso en CC y tener una tensión nominal de servicio U_e igual o superior a la tensión máxima del generador fotovoltaico.

Además, los dispositivos de protección se colocarán en el extremo del circuito que hay que proteger, partiendo de los strings hacia el inversor, es decir en los cuadros de distribución del subcampo y del inversor, ya que las corrientes de cortocircuito provienen de los otros ramales.

Para evitar disparos indeseados en condiciones de funcionamiento estándar, los dispositivos de protección colocados en los cuadros de distribución de subcampo deberán tener una corriente nominal $I_n \geq 1,25 \cdot I_{sc}$

1.9.4.2 Protección contra sobrecorrientes en el lado AC

Dado que el cable que conecta el inversor con el punto de conexión a la red suele estar dimensionado para obtener una capacidad de transporte de corriente superior a la corriente máxima que puede suministrar el inversor, no es necesaria una protección contra la sobrecarga. Sin embargo, el cable debe estar protegido contra un cortocircuito suministrado por la red mediante un dispositivo de protección situado cerca del punto de conexión a la red.

Para proteger dicho cable se puede utilizar el interruptor automático principal de la planta de consumo. Sin embargo, la activación del interruptor principal deja fuera de servicio toda la planta de consumo.

1.9.4.3 Protección contra sobretensiones

Las instalaciones fotovoltaicas, al estar normalmente en el exterior de los edificios, pueden estar sometidas a sobretensiones de origen atmosférico, tanto directas como indirectas a través del acoplamiento resistivo o inductivo.

El acoplamiento resistivo se produce cuando un rayo incide en la línea eléctrica que entra en el edificio. La corriente del rayo, a través de la impedancia característica de la línea, origina una sobretensión que puede superar la tensión soportada por impulso del equipo, con el consiguiente daño y riesgo de incendio.

El acoplamiento inductivo se produce porque la corriente de rayo es impulsiva y por tanto genera en el espacio circundante un campo electromagnético muy variable.

Como consecuencia, la variación del campo magnético genera algunas sobretensiones inducidas en los circuitos eléctricos cercanos. Además de las sobretensiones de origen atmosférico, la planta fotovoltaica puede estar expuesta a sobretensiones internas.

Para la protección en el lado de DC se utilizarán SPDs de varistores o combinados. Los inversores suelen tener una protección interna contra las sobretensiones, pero si se añaden SPDs a los bornes del inversor, se mejora su protección y al mismo tiempo se evita que el disparo de las protecciones internas ponga fuera de servicio al inversor, provocando la suspensión de la producción de energía y haciendo necesaria la intervención de personal especializado.

Un sistema de energía fotovoltaica debe estar correctamente conectado a tierra para garantizar su seguridad. Si no se utilizan los métodos o el hardware de conexión a tierra adecuados, pueden producirse fallos en la conexión a tierra y, entre los numerosos fallos posibles, son una de las principales causas de

fallos catastróficos que provocan incendios eléctricos. Por ello, la protección contra fallos a tierra es un punto ciego y un importante problema de seguridad en muchas plantas solares fotovoltaicas.

Por lo general, un conjunto fotovoltaico tiene varias partes conductoras no conductoras de corriente que no conducen ninguna corriente durante el funcionamiento normal. Existe un riesgo potencial de descarga eléctrica por parte de estos conductores cuando se establece una conexión eléctrica entre los conductores portadores de corriente y los conductores no portadores de corriente debido a un fallo. Por lo tanto, todos estos conectores se conectan juntos a la tierra o al suelo a través de un conductor.

Los sistemas fotovoltaicos se conectan de diferentes maneras para gestionar la conexión a tierra del sistema. El lado de DC del sistema estará conectado con polos flotantes, es decir, sin conexión a tierra.

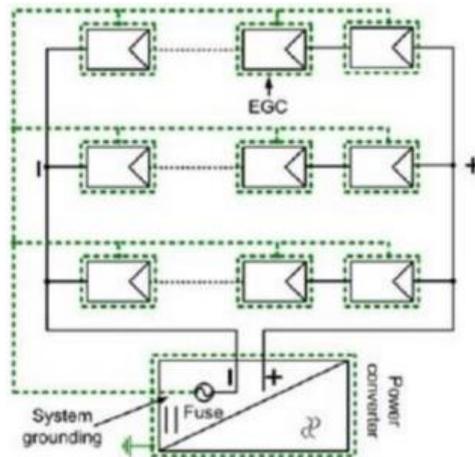


Imagen 5. Esquema paneles con polos flotantes

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Se procede a justificar los cálculos de los puntos anteriormente explicados en el apartado “1. Memoria”.

En primer lugar, se tiene que seguir un criterio de diseño para una condición de sobrecarga y otro para condición de caída de tensión. Cada uno de estos criterios vendrá determinado por su correspondiente normativa en el reglamento electrotécnico dependiendo de ser una línea general de alimentación, una derivación individual o una línea para circuitos interiores o servicios generales.

En el criterio de diseño para una condición de sobrecarga se debe tener en cuenta que la intensidad nominal no sea de un valor superior a la intensidad admisible en dicha línea, mientras que en el criterio de caída de tensión se ha de tener en cuenta que la caída de tensión admisible nunca supere el límite de porcentaje determinado en el reglamento para cada línea propuesta.

A continuación, se detallará el criterio de protección contra cortocircuitos y sobrecargas con la aparamenta de protección propuesta en cada una de las líneas nombradas anteriormente.

2.1 POTENCIA PREVISTA PARA EL EDIFICIO

Según ITC-BT-10, la potencia total se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Potencia}_{\text{total}} = \text{Potencia}_{\text{viviendas}} + \text{Potencia}_{\text{ser.gen.}} + \text{Potencia}_{\text{loc.com.}} + \text{Potencia}_{\text{aparcamientos}}$$

$$\text{Potencia}_{\text{total}} = 149,96\text{kW} + 33,332\text{kW} + 14,2\text{kW} + 5,098\text{kW} = 202,59\text{kW}$$

2.1.1 Potencia prevista para las viviendas

$\text{Potencia}_{\text{viviendas}} = \text{Media de las potencias máximas previstas por vivienda} \cdot \text{Coeficiente de simultaneidad.}$

$$\text{Potencia}_{\text{viviendas}} = 9200 \cdot [15,3 + (n-21) \cdot 0,5] = 149,96\text{kW}, \text{ siendo } n \text{ el número de viviendas.}$$

2.1.2 Potencia prevista para los servicios generales

Será la suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes en todo el servicio eléctrico general del edificio.

Alumbrado de portal: 4 lámparas LED de 8W → 16W

Vestíbulo: 6 lámparas LED de 8W en cada planta incluida planta baja → 48W

Cuarto de limpieza: 1 lámpara LED de 8W → 8W

Cuarto contadores: 1 lámpara LED de 8W para cada uno (2 cuartos) → 16W

Escaleras: 1 lámparas LED de 8W por rellano → 64W

Tomas de corriente: 2 tomas de corriente a 16A → $16A \cdot 230V = 3,68\text{kW}$

Aparatos elevadores: 2 ascensores de 12kW cada uno y un montacoches de 29,5kW.

$$\text{Potencia}_{\text{ser.gen.}} = 33,332\text{kW}$$

2.1.3 Potencia prevista para el local comercial

Se calculará considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta.

$$Potencia_{loc.com.} = 142m^2 \cdot 100W/m^2 = 14,2kW$$

2.1.4 Potencia prevista para los aparcamientos

$$Potencia_{aparcamientos} = 254,9m^2 \cdot 20W/m^2 = 5,098 kW$$

2.2. LGA

2.2.1 Sección LGA

Para el cálculo de la sección de cada LGA, se tienen que seguir los criterios de disparo y protección extraídos de la ITC-BT-14 e ITC-BT-22.

El criterio de diseño de la LGA depende de dos condiciones: la de sobrecarga y la de cortocircuito.

La caída de tensión admisible viene determinada por el apartado 3 de la ITC-BT-114 que establece un límite de 0,5% para LGA destinadas a contadores totalmente centralizados.

Al tener dos LGA se tomará un $\cos\phi$ de 0,9 según las especificaciones particulares de Iberdrola.

Se elige un conductor de cobre unipolar cuyo montaje será bajo tubo en instalación empotrada y un aislamiento de polietileno reticulado XLPE.

ID	CONCEPTO	POTENCIA (kW)	COS ϕ	TENSIÓN (V)	I calculada (A)	Iz (A)	CORRECTO	
							SÍ	NO
LGA 1	LGA viviendas	149.96	0.9	400	240.4984621	313	X	
LGA 2	LGA resto edificio	52.63	0.9	400	84.40540185	135	X	

ID	SECCIÓN FASE (mm ²)	SECCIÓN NEUTRO (mm ²)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv (%) permitida	CORRECTO	
									SÍ	NO
LGA 1	150	70	160	15	cobre	XLPE	0.17	<0,5%	X	
LGA 2	35	16	110	15	cobre	XLPE	0.25	<0,5%	X	

Tabla 14. Características LGA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos\phi}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{P \cdot L}{S \cdot C \cdot U^2} \cdot 100, \text{ siendo } C \text{ la conductividad del cobre } \left(\frac{56m}{\Omega \cdot mm^2}\right)$$

Los criterios de protección de la LGA vienen determinados por la guía ITC-BT-22. La protección frente a cortocircuitos debe situarse en el inicio del circuito mientras que la protección contra sobrecargas no es necesario que se instale en el punto de inicio del circuito. Al tratarse de una LGA el inicio del circuito se encuentra en la caja general de protección.

Las especificaciones particulares de Iberdrola indican que los fusibles situados en la caja general de protección deben proteger la LGA frente a sobrecargas y cortocircuitos y deben cumplirse las condiciones estipuladas en la ITC-BT-22.

La intensidad de funcionamiento esperada no puede ser superior a la intensidad nominal del fusible.

	I calculada (A)	In (A)	CORRECTO	
			SÍ	NO
LGA 1	240.4984621	250	X	
LGA 2	84.40540185	100	X	

Tabla 15. Características LGA

2.2.2 Protecciones LGA

Este fusible, para la protección frente a cortocircuitos, debe cumplir dos condiciones:

1. $I_f < I_{cc}$ (condición de disparo)
2. $I_f < I_s$ (condición de protección)

Para la protección de la LGA frente a sobrecargas se debe cumplir la siguiente condición según las especificaciones particulares de Iberdrola.

1. $I_f < 0,91 \cdot I_{adm}$

ID	Icalculada (A)	In(A)	If (A)	K	S (m ²)	Is (A)	FS	Tensión F-N (V)	Resistividad (Ωmm ² /m)	L (m)	R(Ω)	Icc (A)	Icc Iberdrola (A)
LGA1	240.5	250	1650	143	150	9592.73162	0.8	230	0.018	15	0.0036	51111.1111	12000
LGA2	84.4	100	580	143	35	2238.30405	0.8	230	0.018	15	0.01542857	11925.9259	12000

CORTOCIRCUITO				SOBRECARGA		
Condición 1		Condición 2		Iz	Condición	
If < Icc Iberdrola	VERDADERO	If < Is	VERDADERO	313	In < Iz	VERDADERO
If < Icc Iberdrola	VERDADERO	If < Is	VERDADERO	124	In < Iz	VERDADERO

Tabla 16. Protecciones LGA

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_F}{R}, \text{ siendo } R = C \cdot \frac{L}{S} \cdot 2 \text{ (fase y neutro)}$$

$$I_s = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}, \text{ siendo } k = 143 \text{ por ser XLPE y } t = 5$$

LGA 1 = RZ1-K (AS)3X150+150mm², φ160 2221 np llama

LGA 1 = RZ1-K (AS)3X35+35mm², φ110 2221 np llama

Secciones (mm ²)		Diámetro exterior de los tubos (mm)	
FASE	NEUTRO		
10 (Cu)	10 (Cu)	75	
16 (Cu)	10 (Cu)	75	
16 (Al)	16 (Al)	75	
25	16	110	
35	16	110	→ LGA 2
50	25	125	
70	35	140	
95	50	140	
120	70	160	
150	70	160	→ LGA 1
185	95	180	
240	120	200	

Tabla 17. Diámetro LGA

2.3 DI VIVIENDAS

2.3.1 Sección DI viviendas

Al igual que para la LGA, la sección para las DI deberá cumplir tanto la condición de sobrecarga como la de caída de tensión, aunque esta vez se establece un límite del 1% para este último criterio.

Se elige un conductor de cobre unipolar cuyo montaje será bajo tubo en instalación empotrada y un aislamiento de polietileno reticulado XLPE.

ID	POTENCIA (W)	COS ϕ	TENSIÓN (V)	I calculada (A)	I _z (A)	CORRECTO	
						SÍ	NO
DI 1º A	9200	1	230	40	49	X	
DI 1º B	9200	1	230	40	68	X	
DI 1º C	9200	1	230	40	91	X	
DI 2º A	9200	1	230	40	49	X	
DI 2º B	9200	1	230	40	91	X	
DI 2º C	9200	1	230	40	91	X	
DI 3º A	9200	1	230	40	68	X	
DI 3º B	9200	1	230	40	91	X	
DI 3º C	9200	1	230	40	115	X	
DI 4º A	9200	1	230	40	68	X	
DI 4º B	9200	1	230	40	91	X	
DI 4º C	9200	1	230	40	115	X	
DI 5º A	9200	1	230	40	91	X	
DI 5º B	9200	1	230	40	115	X	
DI 5º C	9200	1	230	40	115	X	
DI 6º A	9200	1	230	40	91	X	
DI 6º B	9200	1	230	40	115	X	
DI 6º C	9200	1	230	40	115	X	
DI 7º A	9200	1	230	40	91	X	
DI 7º B	9200	1	230	40	115	X	
DI 7º C	9200	1	230	40	115	X	
DI ático 1	9200	1	230	40	115	X	
DI ático 2	9200	1	230	40	115	X	

ID	SECCIÓN FASE (mm ²)	SECCIÓN NEUTRO (mm ²)	LONGITUD	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv (%) permitida	CORRECTO	
								SÍ	NO
DI 1º A	6	6	6.27	Cobre	XLPE	0.649068323	<1%	X	
DI 1º B	10	10	14.65	Cobre	XLPE	0.909937888	<1%	X	
DI 1º C	16	16	19.78	Cobre	XLPE	0.767857143	<1%	X	
DI 2º A	6	6	9.32	Cobre	XLPE	0.964803313	<1%	X	
DI 2º B	16	16	17.7	Cobre	XLPE	0.687111801	<1%	X	
DI 2º C	16	16	22.82	Cobre	XLPE	0.885869565	<1%	X	
DI 3º A	10	10	12.36	Cobre	XLPE	0.767701863	<1%	X	
DI 3º B	16	16	20.74	Cobre	XLPE	0.805124224	<1%	X	
DI 3º C	25	25	25.86	Cobre	XLPE	0.642484472	<1%	X	
DI 4º A	10	10	15.4	Cobre	XLPE	0.956521739	<1%	X	
DI 4º B	16	16	23.78	Cobre	XLPE	0.923136646	<1%	X	
DI 4º C	25	16	28.91	Cobre	XLPE	0.71826087	<1%	X	
DI 5º A	16	16	18.45	Cobre	XLPE	0.716226708	<1%	X	
DI 5º B	25	16	26.83	Cobre	XLPE	0.666583851	<1%	X	
DI 5º C	25	16	31.95	Cobre	XLPE	0.79378882	<1%	X	
DI 6º A	16	16	21.48	Cobre	XLPE	0.833850932	<1%	X	
DI 6º B	25	16	29.87	Cobre	XLPE	0.742111801	<1%	X	
DI 6º C	25	16	35	Cobre	XLPE	0.869565217	<1%	X	
DI 7º A	16	16	24.53	Cobre	XLPE	0.952251553	<1%	X	
DI 7º B	25	16	32.92	Cobre	XLPE	0.817888199	<1%	X	
DI 7º C	25	16	38.03	Cobre	XLPE	0.94484472	<1%	X	
DI ático 1	25	16	30.63	Cobre	XLPE	0.760993789	<1%	X	
DI ático 2	25	16	38.97	Cobre	XLPE	0.968198758	<1%	X	

Tabla 18. Características DI

2.3.2 Protecciones DI viviendas

En el inicio de la derivación individual, en el módulo de embarrado general de contralización de contadores, se dispondrá de un fusible para la protección contra cortocircuitos de las DI según lo indicado en los apartados 1 de las ITC-BT-15 e ITC-BT-16.

Este fusible deberá cumplir con lo establecido en el apartado 8.4 de la Orden de 25.07.09, Norma técnica para instalaciones de enlace, aplicable sólo en la Comunidad Valenciana.

ID	Icalculada (A)	In(A)	If (A)	K	S (m ²)	Is (A)	cos ϕ	Tensión F-N (V)	Resistividad (Ω mm ² /m)	L (m)	R(Ω)	Icc (A)
DI 1º A	40	50	250	143	6	384	0.8	230	0.018	6.27	0.038	634.751
DI 1º B	40	50	160	143	10	640	0.8	230	0.018	14.65	0.053	167.785
DI 1º C	40	50	160	143	16	1023	0.8	230	0.018	19.78	0.045	165.507
DI 2º A	40	50	250	143	6	384	0.8	230	0.018	9.32	0.056	353.049
DI 2º B	40	50	250	143	16	1023	0.8	230	0.018	17.7	0.040	261.029
DI 2º C	40	50	125	143	16	1023	0.8	230	0.018	22.82	0.051	157.038
DI 3º A	40	50	250	143	10	640	0.8	230	0.018	12.36	0.044	334.563
DI 3º B	40	50	160	143	16	1023	0.8	230	0.018	20.74	0.047	190.116
DI 3º C	40	50	160	143	25	1599	0.8	230	0.018	25.86	0.037	191.073
DI 4º A	40	50	200	143	10	640	0.8	230	0.018	15.4	0.055	215.513
DI 4º B	40	50	125	143	16	1023	0.8	230	0.018	23.78	0.054	144.614

El poder de corte de los fusibles utilizados en la centralización de contadores es de 100kA, por lo que la condición queda cumplida.

DI 1ªA = H07Z1-K (AS), 2X6+6mm², φ25 2221 np llama
 DI 1ªB = H07Z1-K (AS), 2X10+10mm², φ25 2221 np llama
 DI 1ªC = H07Z1-K (AS), 2X16+16mm², φ32 2221 np llama
 DI 2ªA = H07Z1-K (AS), 2X6+6mm², φ25 2221 np llama
 DI 2ªB = H07Z1-K (AS), 2X16+16mm², φ32 2221 np llama
 DI 2ªC = H07Z1-K (AS), 2X16+16mm², φ32 2221 np llama
 DI 3ªA = H07Z1-K (AS), 2X10+10mm², φ25 2221 np llama
 DI 3ªB = H07Z1-K (AS), 2X16+16mm², φ32 2221 np llama
 DI 3ªC = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama
 DI 4ªA = H07Z1-K (AS), 2X10+10mm², φ25 2221 np llama
 DI 4ªB = H07Z1-K (AS), 2X16+16mm², φ32 2221 np llama
 DI 4ªC = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama
 DI 5ªA = H07Z1-K (AS), 2X16+16mm², φ32 2221 np llama
 DI 5ªB = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama
 DI 5ªC = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama
 DI 6ªA = H07Z1-K (AS), 2X16+16mm², φ32 2221 np llama
 DI 6ªB = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama
 DI 6ªC = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama
 DI 7ªA = H07Z1-K (AS), 2X16+16mm², φ32 2221 np llama
 DI 7ªB = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama
 DI ático 1 = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama
 DI ático 2 = H07Z1-K (AS), 2X25+25mm², φ40 2221 np llama

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

Tabla 20. Diámetro DI

Fusible de 63A, tipo gG, 500V, 100kA, en CC.

Instalación bajo tubo en patinillos de obra de fábrica, B1.

2.4 CIRCUITOS INTERIORES

2.4.1 Sección circuitos interiores

Se prevé la instalación de un sistema de calefacción, aire acondicionado y secadora, por tanto, según la ITC-BT-25, se deberán instalar 3 circuitos adicionales a los de una vivienda de electrificación básica, siendo estos los circuitos C8, C9 y C10.

Todos estos circuitos dispondrán de conductor de protección de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.5 de la ITC-BT- 26.

Cada circuito debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1.- Protección contra sobrecarga del conductor: $I < I_p < I_{adm}$
- 2.- Caída de tensión menor al 3%.
- 3.- Protección contra cortocircuitos (condición de disparo del PIA): $10 \cdot I_p < I_{cc}$
- 4.- Protección contra cortocircuito (poder de corte P_c): $P_c > I_{cc}$

Se elige un conductor de cobre unipolar cuyo montaje será bajo tubo en instalación empotrada y un aislamiento de policloruro de vinilo PVC.

VIVIENDA A											
CIRCUITO	CONCEPTO	POTENCIA CALCULADA (W)	F _s	F _u	TENSIÓN (V)	COSφ	I calculada (A)	I admisible (A)	I _p (A)	I < I _p	I _p < I _{adm}
C1	Iluminación	1875	0.75	0.5	230	1	8.15	14.5	10	VERDA DERO	VERDA DERO
C2	Tomas de uso general	172.5	0.2	0.25	230	1	0.75	20	16	VERDA DERO	VERDA DERO
C3	Cocina y horno	2025	0.5	0.75	230	1	8.80	26	25	VERDA DERO	VERDA DERO
C4	Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	1707.75	0.66	0.75	230	1	7.425	20	20	VERDA DERO	VERDA DERO
C5	Baño, cuarto de cocina	690	0.4	0.5	230	1	3	20	16	VERDA DERO	VERDA DERO
C8	Calefacción	5700			230	1	25	26	25	VERDA DERO	VERDA DERO
C9	Aire acondicionado	5700			230	1	25	26	25	VERDA DERO	VERDA DERO
C10	Secadora	2655	1	0.75	230	1	11.54	20	16	VERDA DERO	VERDA DERO

VIVIENDA A								CORRECTO	
CIRCUITO	CONCEPTO	SECCIÓN (mm ²)	LONGITUD (m)	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv permitida (%)	SÍ	NO
C1	Iluminación	1.5	21	Cobre	PVC	2.173913043	3%	X	
C2	Tomas de uso general	2.5	19	Cobre	PVC	1.888198758	3%	X	
C3	Cocina y horno	6	10.1	Cobre	PVC	0.653467909	3%	X	

C4	Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	4	9.6	Cobre	PVC	0.745341615	3%	X	
C5	Baño, cuarto de cocina	2.5	10.7	Cobre	PVC	1.063354037	3%	X	
C8	Calefacción	6	14.5	Cobre	PVC	0.938146998	3%	X	
C9	Aire acondicionado	6	14.8	Cobre	PVC	0.957556936	3%	X	
C10	Secadora	2.5	12	Cobre	PVC	1.192546584	3%	X	

VIVIENDA B											
CIRCUITO	CONCEPTO	POTENCIA CALCULADA (W)	F _s	F _u	TENSIÓN (V)	COSφ	I calculada (A)	I admisible (A)	I _p (A)	I < I _p	I _p < I _{adm}
C1	Iluminación	1875	0.75	0.5	230	1	8.15	14.5	10	VERDA DERO	VERDA DERO
C2	Tomas de uso general	172.5	0.2	0.25	230	1	0.75	20	16	VERDA DERO	VERDA DERO
C3	Cocina y horno	2025	0.5	0.75	230	1	8.80	26	25	VERDA DERO	VERDA DERO
C4	Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	1707.75	0.66	0.75	230	1	7.425	20	20	VERDA DERO	VERDA DERO
C5	Baño, cuarto de cocina	690	0.4	0.5	230	1	3	20	16	VERDA DERO	VERDA DERO
C8	Calefacción	5700			230	1	25	26	25	VERDA DERO	VERDA DERO
C9	Aire acondicionado	5700			230	1	25	26	25	VERDA DERO	VERDA DERO
C10	Secadora	2655	1	0.75	230	1	11.54	20	16	VERDA DERO	VERDA DERO

VIVIENDA B									
CIRCUITO	CONCEPTO	SECCIÓN (mm ²)	LONGITUD (m)	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv permitida (%)	SÍ	NO
C1	Iluminación	1.5	14.85	Cobre	PVC	1.537267081	3%	X	
C2	Tomas de uso general	2.5	17	Cobre	PVC	1.689440994	3%	X	
C3	Cocina y horno	6	4.3	Cobre	PVC	0.27820911	3%	X	
C4	Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	4	4	Cobre	PVC	0.310559006	3%	X	
C5	Baño, cuarto de cocina	2.5	5.8	Cobre	PVC	0.576397516	3%	X	
C8	Calefacción	6	14.35	Cobre	PVC	0.928442029	3%	X	
C9	Aire acondicionado	6	9.45	Cobre	PVC	0.611413043	3%	X	
C10	Secadora	2.5	4.5	Cobre	PVC	0.447204969	3%	X	

VIVIENDA C											
CIRCUITO	CONCEPTO	POTENCIA CALCULADA (W)	F _s	F _u	TENSIÓN (V)	COSφ	I calculada (A)	I admisible (A)	I _p (A)	I < I _p	I _p < I _{adm}
C1	Iluminación	1875	0.75	0.5	230	1	8.15	14.5	10	VERDADERO	VERDADERO
C2	Tomas de uso general	172.5	0.2	0.25	230	1	0.75	20	16	VERDADERO	VERDADERO
C3	Cocina y horno	2025	0.5	0.75	230	1	8.80	26	25	VERDADERO	VERDADERO
C4	Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	1707.75	0.66	0.75	230	1	7.425	20	20	VERDADERO	VERDADERO
C5	Baño, cuarto de cocina	690	0.4	0.5	230	1	3	20	16	VERDADERO	VERDADERO
C8	Calefacción	5700			230	1	25	26	25	VERDADERO	VERDADERO
C9	Aire acondicionado	5700			230	1	25	26	25	VERDADERO	VERDADERO
C10	Secadora	2655	1	0.75	230	1	11.54	20	16	VERDADERO	VERDADERO

VIVIENDA C								CORRECTO	
CIRCUITO	CONCEPTO	SECCIÓN (mm ²)	LONGITUD (m)	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv permitida (%)	SÍ	NO
C1	Iluminación	1.5	14.85	Cobre	PVC	1.537267081	3%	X	
C2	Tomas de uso general	2.5	17	Cobre	PVC	1.689440994	3%	X	
C3	Cocina y horno	6	4.3	Cobre	PVC	0.27820911	3%	X	
C4	Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	4	4	Cobre	PVC	0.310559006	3%	X	
C5	Baño, cuarto de cocina	2.5	5.8	Cobre	PVC	0.576397516	3%	X	
C8	Calefacción	6	14.35	Cobre	PVC	0.928442029	3%	X	
C9	Aire acondicionado	6	9.45	Cobre	PVC	0.611413043	3%	X	
C10	Secadora	2.5	4.5	Cobre	PVC	0.447204969	3%	X	

Tabla 21. Características circuitos interiores

La potencia calculada viene determinada por la siguiente ecuación:

$$P = n \cdot P_{prevista} \cdot F_s \cdot F_u, \text{ siendo } n \text{ el número de tomas o receptores}$$

2.4.2 Protecciones servicios interiores

Para la protección contra cortocircuitos la I_{cc} se calcula para el punto más alejado del circuito, donde menor será la corriente de cortocircuito que debe hacer disparar el PIA.

A las viviendas les corresponde la LGA 1, por tanto la I_{cc} es, considerando la resistencia de la LGA 1, la DI y el tramo de circuito hasta el último punto de luz.

VIVIENDA A						
	LGA		DI			
R(Ω)	L (m)	R(Ω)	L (m)	R(Ω)	I _{cc}	10I _p <I _{cc}
0.504	15	0.0036	24.53	9.3528	3599.41395	VERDADERO
0.2736	15	0.0036	24.53	9.3528	3595.10547	VERDADERO
0.0606	15	0.0036	24.53	9.3528	3591.4364	VERDADERO
0.0864	15	0.0036	24.53	9.3528	3591.61031	VERDADERO
0.15408	15	0.0036	24.53	9.3528	3592.26568	VERDADERO
0.087	15	0.0036	24.53	9.3528	3591.95595	VERDADERO
0.0888	15	0.0036	24.53	9.3528	3591.99815	VERDADERO
0.1728	15	0.0036	24.53	9.3528	3592.60563	VERDADERO

VIVIENDA B						
	LGA		DI			
R(Ω)	L (m)	R(Ω)	L (m)	R(Ω)	I _{cc}	10I _p <I _{cc}
0.3564	15	0.0036	32.92	9.3528	3657.95678	VERDADERO
0.2448	15	0.0036	32.92	9.3528	3657.05203	VERDADERO
0.0258	15	0.0036	32.92	9.3528	3653.8115	VERDADERO
0.036	15	0.0036	32.92	9.3528	3653.83795	VERDADERO
0.08352	15	0.0036	32.92	9.3528	3654.11028	VERDADERO
0.0861	15	0.0036	32.92	9.3528	3654.71118	VERDADERO
0.0567	15	0.0036	32.92	9.3528	3654.1514	VERDADERO
0.0648	15	0.0036	32.92	9.3528	3653.95603	VERDADERO

VIVIENDA C						
	LGA		DI			
R(Ω)	L (m)	R(Ω)	L (m)	R(Ω)	I _{cc}	10I _p <I _{cc}
0.3564	15	0.0036	38.03	9.3528	3696.19103	VERDADERO
0.2448	15	0.0036	38.03	9.3528	3695.28627	VERDADERO
0.0258	15	0.0036	38.03	9.3528	3692.04575	VERDADERO
0.036	15	0.0036	38.03	9.3528	3692.07219	VERDADERO
0.08352	15	0.0036	38.03	9.3528	3692.34453	VERDADERO
0.0861	15	0.0036	38.03	9.3528	3692.94542	VERDADERO
0.0567	15	0.0036	38.03	9.3528	3692.38565	VERDADERO
0.0648	15	0.0036	38.03	9.3528	3692.19027	VERDADERO

Para la protección frente a cortocircuito, el poder de corte del PIA es de 6kA, muy superior a la I_{cc} calculada anteriormente para cada uno de los circuitos de todas las viviendas.

2.5 SERVICIOS GENERALES

2.5.1 Sección servicios generales

ID	CONCEPTO	POTENCIA CALCULADA (W)	TENSIÓN (V)	COS ϕ	I calculada (A)	I admisible (A)	CORRECTO	
							SÍ	NO
A 1	Ascensor 1	12000	400	0,8	27,06329387	32	X	
A 2	Ascensor 2	12000	400	0,8	21,65063509	24	X	
Montacoches	Montacoches	29000	400	0,8	52,32236815	57	X	

ID	CONCEPTO	SECCIÓN (mm ²)	POTENCIA (W)	COS ϕ	TENSIÓN (V)	I calculada (A)	I _z (A)	CORRECTO	
								SÍ	NO
M. A 1	Motor ascensor 1	2,5	12000	0,8	400	21,65063509	24	X	
M.A 2	Motor ascensor 2	4	12000	0,8	400	21,65063509	24	X	
Montacoches	Montacoches	16	29000	0,8	400	65,40296018	77	X	

ID	CONCEPTO	LONGITUD (m)	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv (%) permitida	CORRECTO	
							SÍ	NO
M. A 1	Motor ascensor 1	17,21	Cobre	XLPE	0,921964286	<1%	X	
M.A 2	Motor ascensor 2	19,05	Cobre	XLPE	0,637834821	<1%	X	
Montacoches	Montacoches	7,41	Cobre	XLPE	0,149895368	<1%	X	

ID	CONCEPTO	POTENCIA CALCULADA (W)	TENSIÓN (V)	COS ϕ	I calculada (A)	I admisible (A)	CORRECTO	
							SÍ	NO
Alumb. esc.	Alumbrado escalera	64	230	1	0,27826087	14,5	X	

ID	SECCIÓN (mm ²)	LONGITUD (m)	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv (%) permitida	CORRECTO	
							SÍ	NO
Alumb. esc.	1,5	39,04	Cobre	PVC	0,001124566	<1%	X	

ID	CONCEPTO	POTENCIA CALCULADA (W)	TENSIÓN (V)	COS ϕ	I calculada (A)	I admisible (A)	CORRECTO	
							SÍ	NO
DI Loc. Com.	Derivación individual local comercial	14233	230	1	61,8826087	68	X	

ID	SECCIÓN (mm ²)	LONGITUD (m)	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv (%) permitida	CORRECTO	
							SÍ	NO
DI Loc. Com.	10	30	Cobre	XLPE	0,028827302	<1%	X	

ID	CONCEPTO	POTENCIA CALCULADA (W)	TENSIÓN (V)	COS ϕ	I calculada (A)	I admisible (A)	CORRECTO	
							SÍ	NO
DI Garaje 1	Derivacion individual garaje 1	2800	400	0,8	5,051814855	17,5	X	
DI Garaje 2	Derivación individual garaje 2	2298	400	0,8	4,146096621	17,5	X	

ID	SECCIÓN (mm ²)	LONGITUD (m)	MATERIAL	AISLAMIENTO	Δv (%)	Δv (%) permitida	CORRECTO	
							SÍ	NO
DI Garaje 1	1,5	31,8807	Cobre	XLPE	0,013283625	<1%	X	
DI Garaje 2	1,5	35	Cobre	XLPE	0,01196875	<1%	X	

Tabla 22. Características servicios generales

2.5.2 PROTECCIONES SERVICIOS GENERALES

ID	CONCEPTO	Icalculada (A)	In(A)	If (A)	K	S (m ²)	Is (A)	cos ϕ	Tensión F-N (V)	Resistividad (Ω mm ² /m)
M. A 1	Motor ascensor 1	21,65	40	190	143	2,5	159,87886	0,8	230	0,018
M.A 2	Motor ascensor 2	21,65	40	190	143	4	255,806177	0,8	230	0,018
Montacoches	Montacoches	66,53	80	425	143	16	1023,22471	0,8	230	0,018

L (m)	R(Ω)	Icc (A)	lf<Icc	lf<Is	CORRECTO		Pc>Icc	CORRECTO	
			Condición 1 cc	Condición 2 cc	SÍ	NO	Condición	SÍ	NO
17,21	0,123912	1484,92479	VERDADERO	VERDADERO	X		VERDADERO	X	
19,05	0,085725	2146,39837	VERDADERO	VERDADERO	X		VERDADERO	X	
7,41	0,00833625	22072,2747	VERDADERO	VERDADERO	X		VERDADERO	X	

ID	CONCEPTO	Icalculada (A)	In(A)	If (A)	K	S (m ²)	Is (A)	cos ϕ	Tensión F-N (V)	Resistividad (Ω mm ² /m)
Alumb. esc.	Alumbrado escalera	0,27826087		100	143	2,5	159,87886	1	230	0,018

L (m)	R(Ω)	Icc (A)	lf<Icc	lf<Is	CORRECTO		Pc>Icc	CORRECTO	
			Condición 1	Condición 2	SÍ	NO	Condición sc	SÍ	NO
39,04	0,281088	818,249089	VERDADERO	VERDADERO	X		VERDADERO	X	

ID	CONCEPTO	Icalculada (A)	In(A)	If (A)	K	S (m ²)	Is (A)	cos ϕ	Tensión F-N (V)	Resistividad (Ω mm ² /m)
DI Loc. Com.	Derivación individual local comercial	61,88	63	320	143	10	639,515442	1	230	0,018

L (m)	R(Ω)	Icc (A)	If<Icc	If<Is	CORRECTO		Pc>Icc	CORRECTO	
			Condición 1	Condición 2	SÍ	NO	Condición	SÍ	NO
30	0,054	4259,25926	VERDADERO	VERDADERO	X		VERDADERO	X	

ID	CONCEPTO	Icalculada (A)	In(A)	If (A)	K	S (m ²)	Is (A)	cosφ	Tensión F-N (V)	Resistividad (Ωmm ² /m)
DI Garaje 1	Derivación individual garaje 1	5,051814855		425	143	10	639,515442	0,8	230	0,018
DI Garaje 2	Derivación individual garaje 2	4,146096621		425	143	10	639,515442	0,8	230	0,018

L (m)	R(Ω)	Icc (A)	If<Icc	If<Is	CORRECTO		Pc>Icc	CORRECTO	
			Condición 1	Condición 2	SÍ	NO	Condición	SÍ	NO
31,8807	0,05738526	3206	VERDADERO	VERDADERO	X		VERDADERO	X	
35	0,063	2921	VERDADERO	VERDADERO	X		VERDADERO	X	

Tabla 23. Protecciones servicios generales

2.5 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.5.1 Interruptores diferenciales. Sensibilidad

La protección de la instalación contra los contactos indirectos depende de la puesta a tierra de la instalación. La ITC-BT-08 indica en el apartado 1.4 que el esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente desde una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT (Tierra-Tierra) y la protección se realiza mayoritariamente mediante el empleo de interruptores diferenciales.

Considerando un suelo formado por arenas arcillosas y graveras, se obtiene que basta con un conductor de cobre de 67m para el electrodo de tierra formado por un conductor desnudo de 35mm² dispuesto en anillo. Por tanto, el electrodo en anillo proyectado de 52,7871m es más que suficiente y no se requiere la instalación de picas adicionales.

La resistencia de tierra del electrodo formado por un cable desnudo de 35mm² es, para un suelo formado por tierras arcillosas con una resistividad de 500 Ωm:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 500}{52,7871} = 1,894\Omega$$

Siendo L la longitud en planta de la conducción enterrada, siendo esta la suma de los 37,5771m del lado horizontal del edificio y los 17,21m del lado vertical.

Tomando diferenciales con sensibilidad de 30 mA, la máxima tensión de contacto que puede aparecer en la instalación es de:

$$V_c = R \cdot I = 1,894 \cdot 0,03 = 0,057 V$$

Valor muy inferior al que se exige en la ITC-BT-18, de 50 V para locales secos y 24 V para locales húmedos.

Para viviendas se exige un diferencial de 30 mA. Para los cuadros de servicios generales y de aparcamiento, se puede considerar un diferencial de 300 mA.

$$V_c = R \cdot I = 1,894 \cdot 0,3 = 0,57 V$$

Se comprueba que da una tensión de contacto también admisible y provocaría menos desconexiones.

2.5.2 Protección contra sobretensiones

El edificio objeto de estudio es alimentado por una línea subterránea, por lo que, según el apartado 3 de la ITC-BT-23 le corresponde una situación natural, lo que significa que se prevé un bajo riesgo de sobretensiones. En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la tabla 1 de la ITC-BT-23 y no se requiere ninguna protección suplementaria. En la citada tabla se hace referencia a las cuatro categorías de equipos según lo indicado en el apartado 2.2 de la ITC.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	--	8	6	4	2,5
1000	--				

Tabla 24. Tensiones soportadas a impulsos

No obstante, la citada ITC indica en el apartado 3 que aunque la situación sea natural, la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones es recomendable en aquellas provincias con al menos 20 días de tormenta al año.

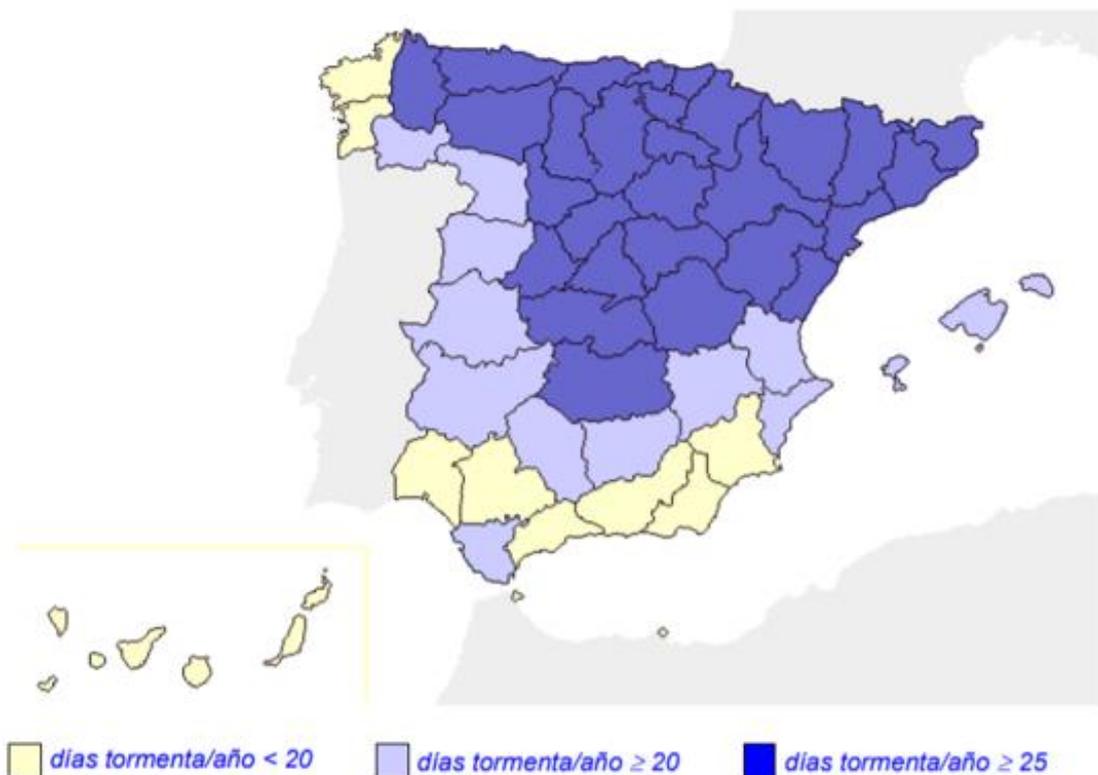


Imagen 6. Clasificación de las provincias de España en función del número medio anual de días de tormenta

A la provincia de Valencia le corresponde un nivel superior o igual a 20 tormentas al año, por lo que es recomendable la instalación de equipos de protección contra sobretensiones.

El IGM seleccionado en la centralización de contadores para viviendas es de 250 A, por lo que se colocará un equipo de protección contra sobretensiones de una intensidad nominal de 250 A.

El IGM seleccionado en la centralización de contadores para los servicios generales es de 160 A, se colocará un equipo de protección contra sobretensiones de una intensidad nominal de 160 A.

2.6 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

2.6.1 Dimensionamiento

Como se ha determinado anteriormente, al ser una instalación para cubrir los servicios generales del edificio, se determina que la potencia es de 38,43kW contando los aparcamientos.

Se tendrá en cuenta que se trata de un edificio alto, en un terreno donde no existen edificios colindantes más alto ni de esa misma altura, y que el terrado del edificio es plano, sin bordillos, y sin elementos ni objetos que puedan causar sombras.

En lo que respecta a la potencia, se parte inicialmente del cálculo de cuántos paneles deben existir en la instalación. Normalmente, el parámetro de diseño inicial es la potencia nominal de la instalación.

El terrado cuenta con una superficie de 236,126 m² diseñada de manera rectangular. 26,417x10,045m

Partiendo de una superficie en el terrado de 236,126 m², se dimensionarán paneles solares teniendo en cuenta el espacio que debe haber entre ellos debido a las sombras que pueden solapar a los paneles entre ellos, así como su inclinación y las temperaturas máxima y mínima del entorno. Este dimensionamiento se ha realizado con el software de diseño PVSyst.

Grid-Connected System	
PV Field Orientation	
Fixed plane	
Tilt/Azimuth	37 / 0 °
PV module	
Manufacturer	Generic
Model	LR4-72 HPH 420 M
(Original PVSyst database)	
Unit Nom. Power	420 Wp
Number of PV modules	96 units
Nominal (STC)	40.3 kWp
Modules	6 Strings x 16 In series
At operating cond. (38°C)	
Pmpp	38.4 kWp
U mpp	609 V
I mpp	63 A
Total PV power	
Nominal (STC)	40 kWp
Total	96 modules
Module area	214 m ²
Cell area	190 m ²

Imagen 7. Potencia paneles

Se ha llegado a un resultado de 6 strings con 16 paneles en serie en cada uno de ellos y orientados 37°. No obstante, en PVSyst no se han tenido en cuenta las sombras que interfieran en los paneles, por lo que se debe guardar una distancia entre ellos.

Tipo de Tejado	Ángulo de inclinación tejado (Ángulos en positivo)	Latitud del lugar	Longitud del panel en metros	Ángulo del panel sobre la Horizontal	d1 mínima	d1 Recomendada	d2 mínima	d2 Recomendada
Horizontal	0	39	1.052	37	1.216	1.520	2.056	2.570

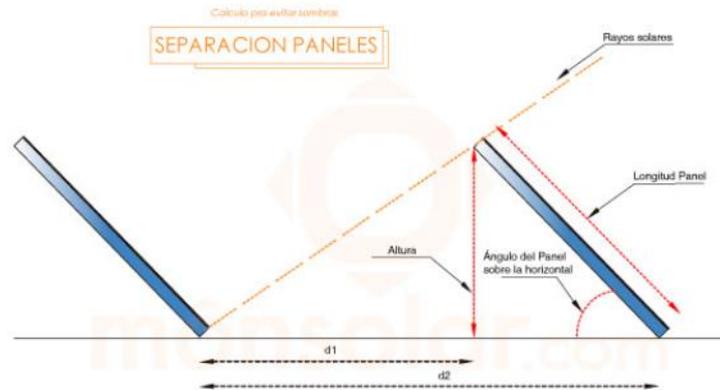


Imagen 8. Ángulo de inclinación de los paneles solares

Así pues, se ha llegado a un dimensionamiento de 13 módulos por cada string.

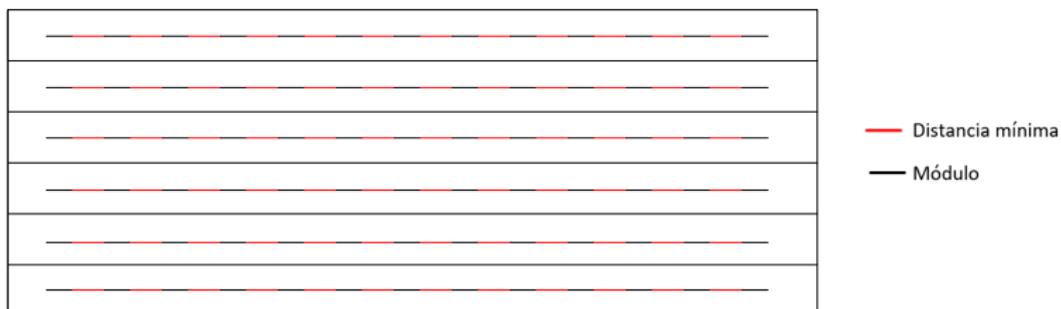


Imagen 9. Dimensionamiento paneles solares

Siendo las dimensiones horizontales del panel de 0,84m y una separación de 1,216m.

Con un total de 78 paneles, con una potencia de 420Wp por panel, se calcula un total de 32,740kWp.

A esta potencia se le añadirá un coeficiente de pérdidas del 16,7%, por lo que disminuirá la potencia real de la instalación a 27,30kWp.

Esta potencia no cubre los servicios generales. No obstante, cubre gran parte de estos servicios.

Se dotará la instalación de un inversor de 25kW para que no haya sobredimensionamiento, y a su vez pueda realizar la conversión de la mayor parte de la potencia.

Se ha optado finalmente por el inversor FreeSun FS0025 LVT de Power Electronics, el cual tiene una tensión de salida de 400Vac, por lo que no haría falta un transformador de tensión para su conexión a red.

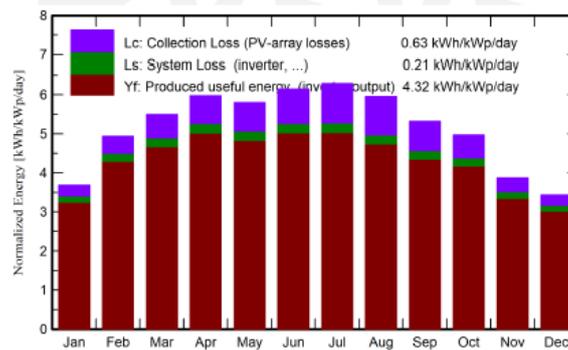


Imagen 10. Potencia amortizada y potencia perdida

Se observa que existe un porcentaje de potencia que se pierde cada mes. Para los meses de abril hasta octubre se podría dotar la instalación con un sistema de almacenamiento con baterías. No obstante, supone un gasto económico bastante grande y no entra dentro del alcance de este proyecto.

2.6.2. Cableado

2.6.2.1 Cableado DC

El cableado de continua discurrirá desde los paneles solares situados en el terrado del edificio, hasta el inversor solar mediante un montaje superficial empotrado en obra.

Se dispone de 6 ramas con 13 paneles en cada rama, por lo que la sección del cable se calculará de la siguiente manera:

$$P_{serie} = P_{paneles} \cdot n^{\circ}paneles$$

$$P_{serie} = 420 \cdot 13 = 5460W$$

$$V = V_{panel} \cdot n^{\circ}placas$$

$$V = 40,7 \cdot 13 = 529,1V$$

$$I_n = \frac{P}{V} = 10,32A$$

Se sobredimensionará la corriente un 25%, por lo tanto:

$$I_n \geq 1,25 \cdot I_{sc} = 12,9A$$

A continuación se escogerá la superficie a partir de la tabla de intensidades admisibles del reglamento electrotécnico de baja tensión.

$$\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot L}{C \cdot S} = \frac{2 \cdot 12,9 \cdot 5}{56 \cdot 1,5} = 1,53\% < 3\% \text{ CUMPLE}$$

Se dimensionará un cableado de 1,5mm².

Al disponer de una línea para cada una de las ramas, se calculará la sección de la línea total.

$$I_{total} = I_1 \cdot 6 \text{ strings}$$

$$I_{total} = 77,4A$$

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

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 77,4 \cdot 30}{56 \cdot 95} = 0,873\% < 3\% \text{ CUMPLE}$$

Se dimensionará una sección de 95mm² para el cableado total desde paneles hasta inversor

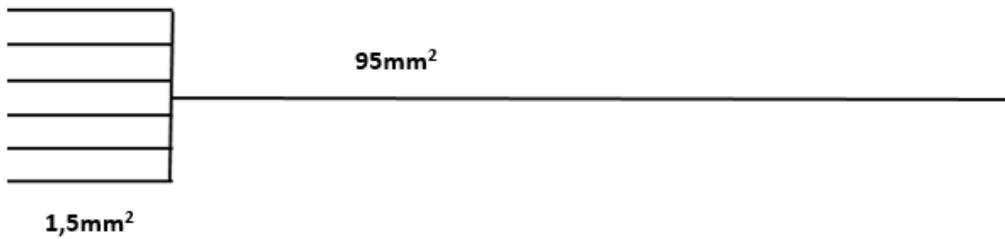


Imagen 11. Disposición acometida instalación fotovoltaica

2.6.2.2 Cableado AC

Con el inversor situado en la planta baja del edificio, se trazará una línea desde el inversor hasta el punto de interconexión lo más corta y rectilínea posible, siendo este punto la caja general de protección.

A continuación, se calculará la sección del cable.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\alpha}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 36,08A$$

Como se ha descrito anteriormente, en el punto "1. Memoria" se tiene que sobredimensionar la corriente un 25%, por lo tanto, $I_n \geq 1,25 \cdot I_{sc}$.

$$I_n \geq 1,25 \cdot I_{sc} = 45,11A$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot p \cdot L \cdot I \cdot \cos\alpha}{S}$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,018 \cdot 10 \cdot 45,11 \cdot 1}{50} = 0,281\% < 3\% \text{ CUMPLE}$$

Ni en la parte de alterna ni en la parte de continua se llega a superar el 3% de caída de tensión, por lo tanto estas secciones son válidas.

2.6.3 Protecciones

Se instalarán un fusible en cada uno de los strings situados en la azotea del edificio. Se utilizarán fusibles normalizados según EN 60269.

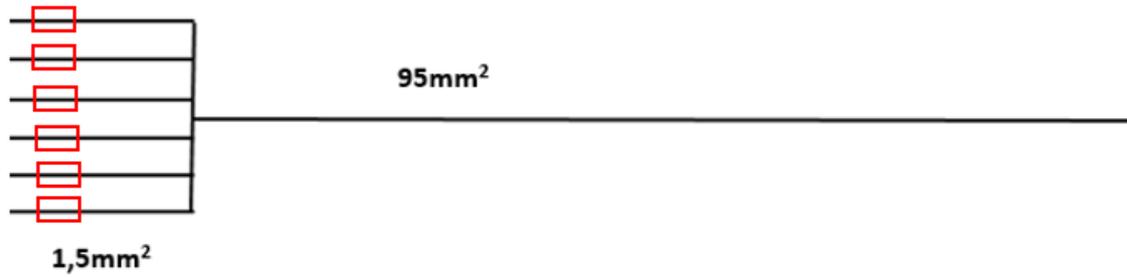


Imagen 11. Fusibles de protección para instalación fotovoltaica

Se verifica que la tensión asignada del fusible sea adecuada, para ello se tendrá en cuenta la tensión de circuito abierto de los módulos, el número de módulos conectados en serie, y el factor de seguridad del 20%.

$$VDC \geq Voc \cdot N \cdot ks = 48,5 \cdot 13 \cdot 1,2 \geq 756,6V$$

Finalmente, se opta por fusibles de un calibre de 15 A para cada rama de los paneles.

FUSIBLE, FOTOVOLTAICA, 15 A, 10X38MM, 600 V 5022526,15 Por SIBA [Clase de eficiencia energética A]
 Marca: Best Price Square



No disponible.

- Fusible actual: 15 A
- HRC Fuse Case Style: Midget
- svhc: no svhc (17-dec-2014)
- Serie: Urz
- Tensión nominal V AC: -

Para la parte de alterna, se opta por un interruptor de corte en carga de 40A.



A9N61537

Interruptor automático especial de CC - C60H - 500 V - 2P - 40 A - curva C

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1.1 Técnico director de obra

Forma parte de la dirección facultativa, ya que se encarga de dirigir los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales de la obra conforme al proyecto, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objetivo de asegurar su adecuación a la propuesta demandada.

Sus funciones son las siguientes:

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

3.1.2 Constructor o instalador

Sus funciones son las siguientes:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o

prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

3.1.3 Plan de seguridad y salud en el trabajo

El constructor o instalador, a la vista del proyecto, conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad y salud, presentará en plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del técnico de la dirección facultativa.

3.1.4 Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes. El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

3.1.5 Documentación de la obra

El técnico director facilitará a la propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

3.2 CONDICIONES ECONÓMICAS

3.2.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se consideran costes directos:

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

Se considerarán costes indirectos:

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

Se considerarán gastos generales:

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

3.2.2 Acoplo de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acoplos de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordena por escrito.

Los materiales acoplados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

3.2.3 Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.2.4 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.2.5 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.4 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.

3.4.1 Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.4.2 Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

4. PRESUPUESTOS

CAPÍTULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
CAPÍTULO 1 – INSTALACIONES DE ENLACE				
1	1	Cuadro general de baja tensión	1054,96	1054,96
1	1	Cuadro ascensor	268,21	268,21
1	1	Cuadro de distribución de subcampo	503,98	503,98
1	1	Cuadro servicios generales	456,50	456,50
1	1	Cuadro aparcamiento	173,68	173,68
TOTAL CAPÍTULO 1 CUADROS.....				2457,33

CAPÍTULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
CAPÍTULO 2 – LÍNEAS				
2	15	L.G.A de Cu. RZ1-K 0,6/1kV. DE 3 x150 mm ² +70 mm ² +70mm ²	95,65	1434,75
2	15	L.G.A de Cu. RZ1-K 0,6/1kV. DE 3 x35 mm ² +16 mm ² +16mm ²	56,32	844,80
2	6,27	H07Z1-K (AS), 2X6+6mm ² , φ25 2221 np llama	1,65	10,34
2	14,65	H07Z1-K (AS), 2X10+10mm ² , φ25 2221 np llama	1,89	27,69
2	19,78	H07Z1-K (AS), 2X16+16mm ² , φ32 2221 np llama	2,01	39,76
2	9,32	H07Z1-K (AS), 2X6+6mm ² , φ25 2221 np llama	1,65	15,38
2	17,7	H07Z1-K (AS), 2X6+6mm ² , φ25 2221 np llama	1,65	29,21
2	22,82	H07Z1-K (AS), 2X16+16mm ² , φ32 2221 np llama	2,01	45,87
2	12,36	H07Z1-K (AS), 2X10+10mm ² , φ25 2221 np llama	1,89	23,36
2	20,74	H07Z1-K (AS), 2X16+16mm ² , φ32 2221 np llama	2,01	41,69
2	25,86	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	55,60
2	15,4	H07Z1-K (AS), 2X10+10mm ² , φ25 2221 np llama	1,89	29,11
2	23,78	H07Z1-K (AS), 2X16+16mm ² , φ32 2221 np llama	2,01	47,80
2	28,91	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	62,16
2	18,45	H07Z1-K (AS), 2X16+16mm ² , φ32 2221 np llama	2,01	37,09
2	26,83	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	57,69

2	31,95	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	68,69
2	21,48	H07Z1-K (AS), 2X16+16mm ² , φ32 2221 np llama	2,01	43,17
2	29,87	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	64,22
2	35	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	75,25
2	24,53	H07Z1-K (AS), 2X16+16mm ² , φ32 2221 np llama	2,01	49,31
2	32,92	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	70,78
2	38,03	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	81,76
2	30,63	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	65,85
2	38,97	H07Z1-K (AS), 2X25+25mm ² , φ40 2221 np llama	2,15	83,79
TOTAL CAPÍTULO 2 LÍNEAS.....				3405,12

CAPÍTULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
CAPÍTULO 3 – LUMINARIAS				
3	54	Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (616 luxes)	83,81	4525,74
3	21	Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (223 luxes)	54,89	1152,69
3	11	Philips DN560C 1xLED8S/830 C SG-FRC (186 luxes)	87,54	962,94
3	4	Philips ST770X 1 xLED49S/830 HOVL-H (558 luxes)	121,75	487
3	3	Philips BN126C L1200 1 xLED23S/830 (130 luxes)	96,94	290,82
TOTAL CAPÍTULO 3 LUMINARIAS.....				7419,19

CAPÍTULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
CAPÍTULO 4 – INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				
4	78	Paneles solares Longi Solar LR4-72 HPH 420 M	146,15	11399,70
4	1	Inversor solar	1259,85	1259,85
4	6	Fusible fotovoltaico, 15 ^a , 10x38mm, 600V	46	276
4	1	interruptor magnetotérmico 40 ^a – curva C	178,96	178,96
TOTAL CAPÍTULO 3 INSTLACIÓN FOTOVOLTAICA.....				11854,66
TOTAL INSTLACIÓN ELÉCTRICA + FOTOVOLTAICA.....				25136,30

5. ANEXOS

5.1 ALUMBRADO EN VIVIENDAS

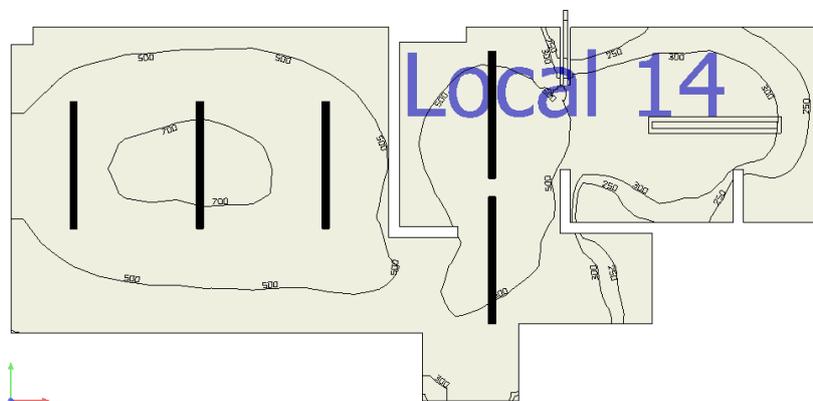
Se ha utilizado el programa Dialux para proponer la luminaria de las distintas habitaciones del edificio. Cabe destacar que la luminaria se debe ajustar a unos luxes medios para cada una de estas habitaciones.

Se ha utilizado la luminaria de la marca Philips para dotar de iluminación al edificio.

Niveles de iluminación en viviendas		
	Iluminación en lux	Nivel de medida
Cocina		
General	200	Suelo
Encimera/Isia	500	Zona de trabajo
Baño		
General	100	Suelo
Espejo	300	Altura de la cara
Pasillos y escaleras		
Vivienda	100	1 m
Zonas comunes	150-200	1 m
Dormitorio		
General	50-100	Suelo
Cabecero cama	150-300	Luz de lectura
Dormitorio Niños		
General	200	Suelo
Escritorio	500	Mesa
Salón/Comedor		
General	100	Suelo
TV	50	Luz ambiental
Lectura	150-300	Plano de lectura
Comedor	150	Mesa

VIVIENDA A

- Dormitorio 1, pasillo, baño 1

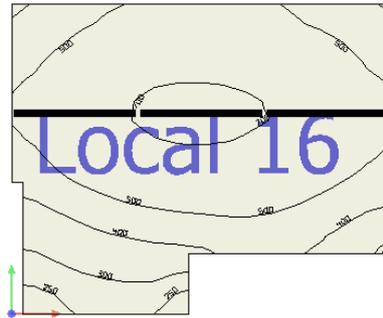


▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	547 lx

▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	617 lx

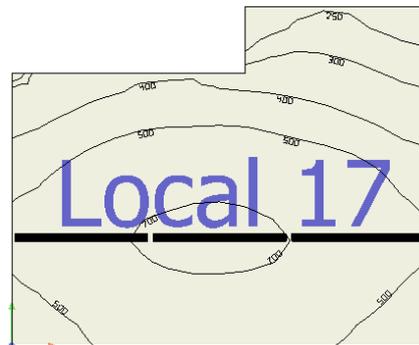
▼ Calculador estimativo	
Objetivo	200 lx
Actual	223 lx

- Dormitorio 2



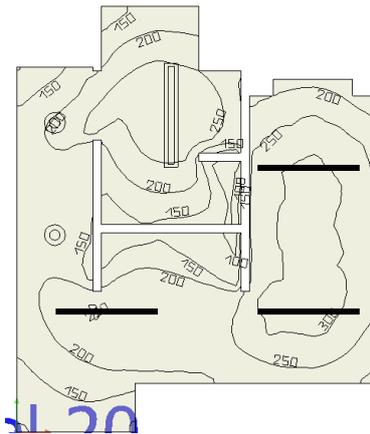
▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	504 lx

- Dormitorio 3



▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	504 lx

- Hall, baño 2, pasillo



▼ Calculador estimativo	
Objetivo	200 lx
Actual	221 lx

Baño 2

▼ Calculador estimativo	
Objetivo	100 lx
Actual	178 lx

Pasillo

▼ Calculador estimativo	
Objetivo	150 lx
Actual	308 lx

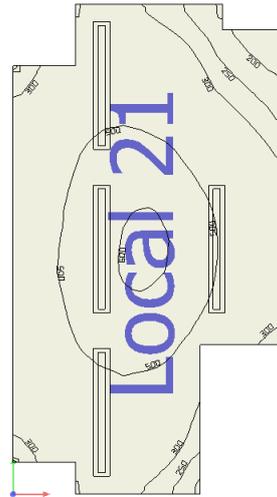
Hall

- Comedor-Salón



▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	558 lx

- Cocina

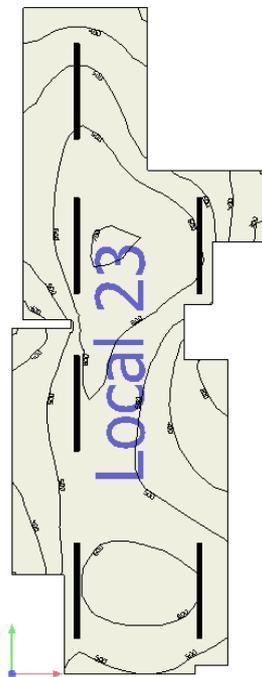


▼ Calculador estimativo

Objetivo	500	lx
Actual	572	lx

VIVIENDA B

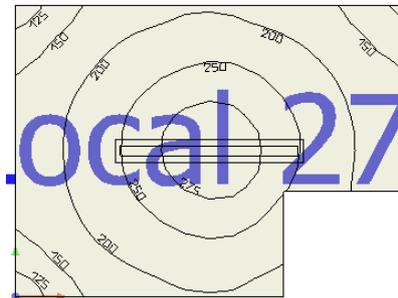
- Dormitorio 1



▼ Calculador estimativo

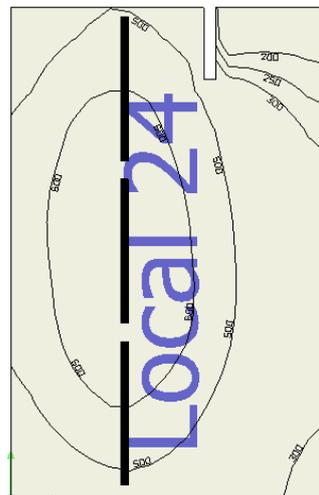
Objetivo	500	lx
Actual	649	lx

- Baño 1



Calculador estimativo	
Objetivo	200 lx
Actual	208 lx

- Dormitorio 2



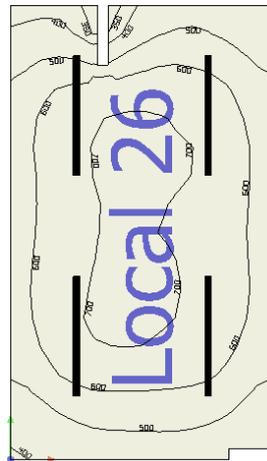
Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	522 lx

- Galería-Terraza



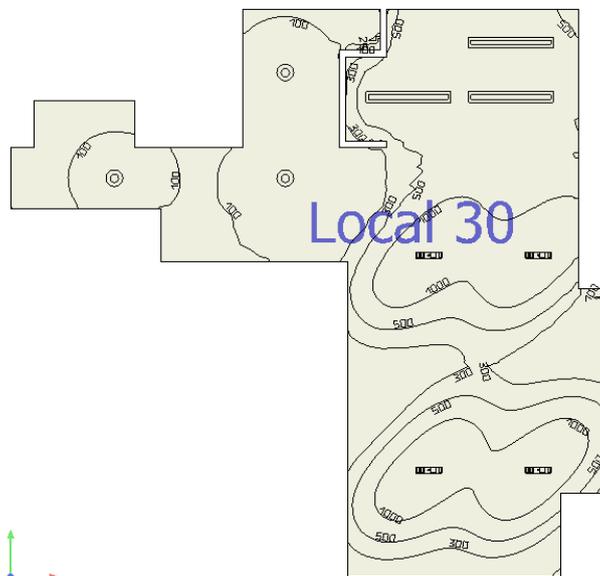
Calculador estimativo	
Objetivo	100 lx
Actual	176 lx

- Dormitorio 3



▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	631 lx

- Pasillo, cocina-comedor-salón



▼ Calculador estimativo	
Objetivo	100 lx
Actual	101 lx

Pasillo

▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	597 lx

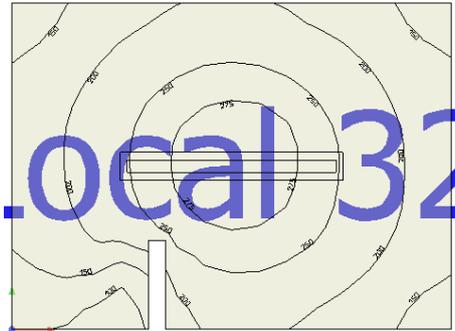
Cocina

▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	663 lx

Comedor-Salón

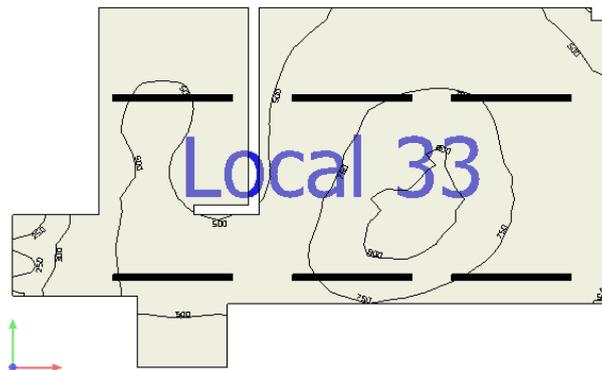
VIVIENDA C

- Baño 1



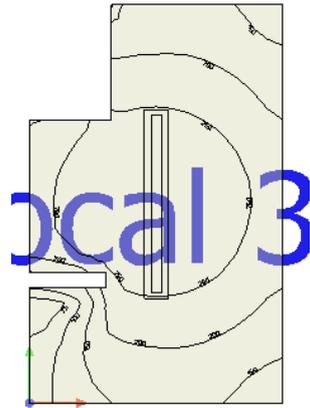
Calculador estimativo	
Objetivo	200 lx
Actual	219 lx

- Dormitorio 1



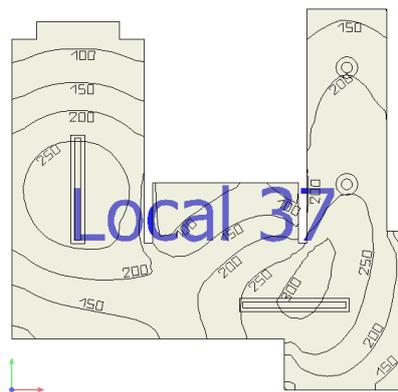
Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	601 lx

- Baño 2



▼ Calculador estimativo	
Objetivo	200 lx
Actual	221 lx

- Hall, pasillo

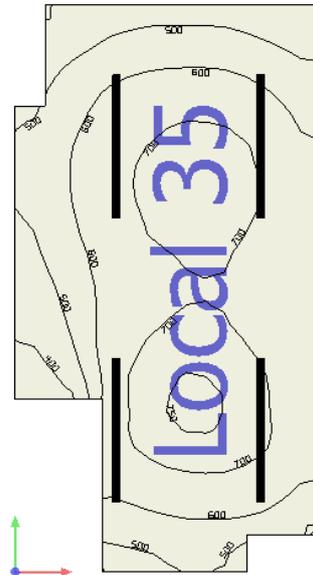


▼ Calculador estimativo	
Objetivo	150 lx
Actual	190 lx

▼ Calculador estimativo	
Objetivo	150 lx
Actual	234 lx

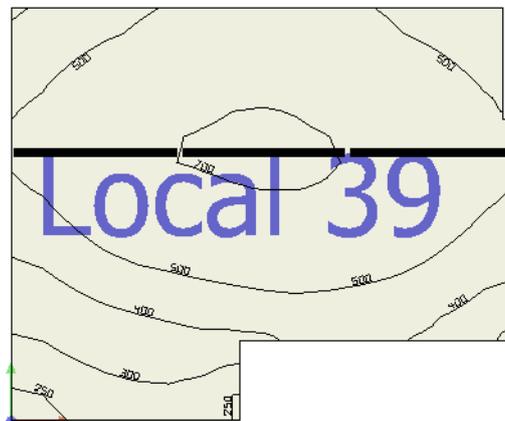
▼ Calculador estimativo	
Objetivo	100 lx
Actual	178 lx

- Cocina



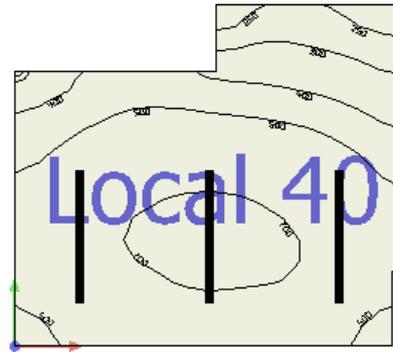
▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	611 lx

- Dormitorio 2



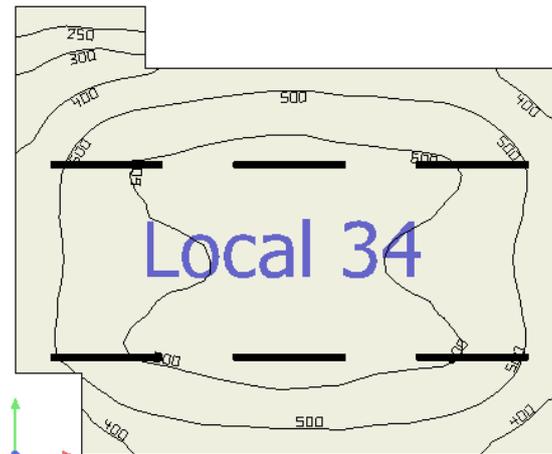
▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	504 lx

- Dormitorio 3



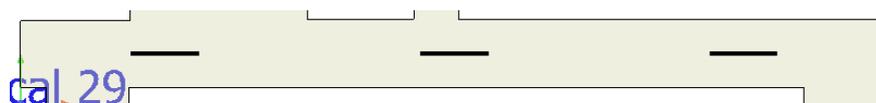
▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	528 lx

- Comedor-Salón



▼ Calculador estimativo	
Objetivo	500 lx
Actual	551 lx

1.8.12.2 ALUMBRADO EN RELLANO/PASILLO



▼ Calculador estimativo	
Objetivo	100 lx
Actual	130 lx

Cada una de las habitaciones cumplen con la normativa propuesta.

Local	Luminaria (luxes)	Potencia
Vivienda A		
Dormitorio 1	4 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (616 luxes)	31 W
Dormitorio 2	4 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (506 luxes)	31 W
Dormitorio 3	4 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (506 luxes)	31 W
Baño 1	1 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (223 luxes)	21,5 W
Baño 2	1 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (221 luxes)	21, 5 W
Pasillo	2 x Philips DN560C 1xLED8S/830 C SG-FRC (186 luxes)	8 W
Hall	2 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (188 luxes)	21,5 W
Comedor-salón	4 x Philips ST770X 1 xLED49S/830 HOVL-H (558 luxes)	38 W
Cocina	4 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (577 luxes)	21,5 W
Galería	1 x Philips DN560C 1xLED8S/830 C SG-FRC (131 luxes)	8 W
Local		
Vivienda B		
Dormitorio 1	6 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (657 luxes)	31 W
Dormitorio 2	4 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (527 luxes)	31 W
Dormitorio 3	4 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (631 luxes)	31 W
Baño 1	1 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (208 luxes)	21,5 W
Baño 2	1 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (228 luxes)	21, 5 W
Pasillo	3 x Philips DN560C 1xLED8S/830 C SG-FRC (101 luxes)	8 W

Cocina-comedor-salón	Comedor-salón → 4 x Philips ST770X 1 xLED49S/830 HOVL-H (663 luxes) Cocina → 4 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (597 luxes)	21,5 W
Galería-terraza	2 x Philips DN560C 1xLED8S/830 C SG-FRC (182 luxes)	8 W
Local	Luminaria (luxes)	Potencia
Vivienda C		
Dormitorio 1	6 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (604 luxes)	31 W
Dormitorio 2	3 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (506 luxes)	31 W
Dormitorio 3	3 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840	31 W
Baño 1	6 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (219 luxes)	21,5 W
Baño 2	1 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (221 luxes)	21,5 W
Pasillo	2 x Philips DN560C 1xLED8S/830 C SG-FRC (188 luxes)	8 W
Hall	2 x Philips BCS460 W16L124 1xLED24/830 LIN-PC (+- 200 luxes)	21,5 W
Salón-comedor	6 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (553 luxes)	31 W
Cocina	4 x Philips BN126C L1200 1 xLED41S/840 (611 luxes)	31 W
Galería	1 x Philips DN560C 1xLED8S/830 C SG-FRC (131 luxes)	8 W
Local	Luminaria (luxes)	Potencia
Pasillo	3 x Philips BN126C L1200 1 xLED23S/830 (130 luxes)	18 W

6 BIBLIOGRAFÍA

6.1 PÁGINAS WEB

http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/REBT/ITC_BT_08.pdf

http://www.f2i2.net/documentos/IsiF2I2/rbt/guias/guia_bt_10_sep03R1.pdf

http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/REBT/ITC_BT_13.pdf

http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/REBT/ITC_BT_14.pdf

http://www.f2i2.net/documentos/IsiF2I2/rbt/guias/guia_bt_18_oct05R1.pdf

http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/Guia_Tecnica_REBT/guia_bt_19_sep03R1.pdf

https://www.tuveras.com/reglamentos/guiatecnica/guia_bt_20_sep03R1.pdf

https://www.direct-electro.es/files/reglamentobajatenion/ITC_BT_21.pdf

http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/REBT/ITC_BT_22.pdf

http://www.f2i2.net/documentos/IsiF2I2/rbt/guias/guia_bt_23_nov19R4.pdf

http://www.f2i2.net/documentos/IsiF2I2/rbt/guias/guia_bt_24_jun19R2.pdf

https://www.direct-electro.es/files/reglamentobajatenion/ITC_BT_25.pdf

6.2 MANUALES

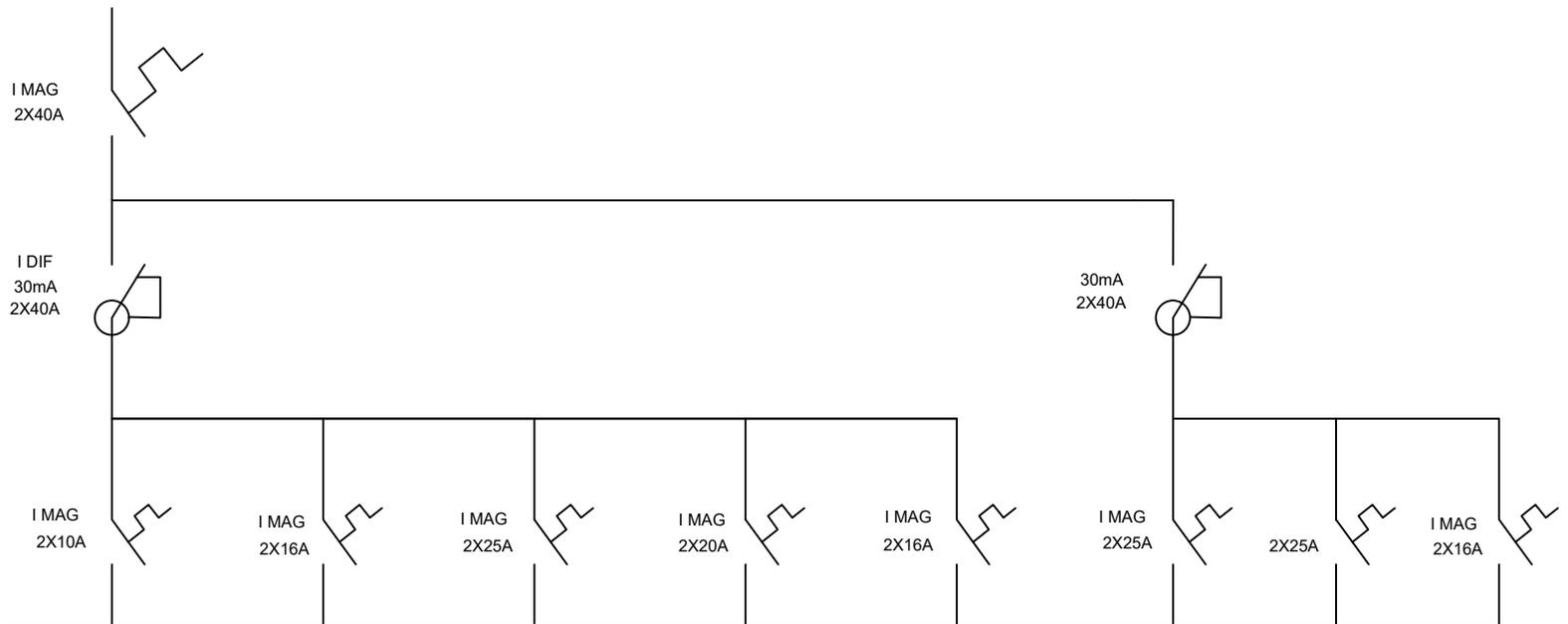
- Catálogo de luminarias Philips
- Catálogo paneles solares Longi Solar
- Catálogo inversores solares Power Electronics

6.3 LIBROS

- “Diseño de la instalación eléctrica de un edificio de viviendas.” Salvador Cucó Pardillos.

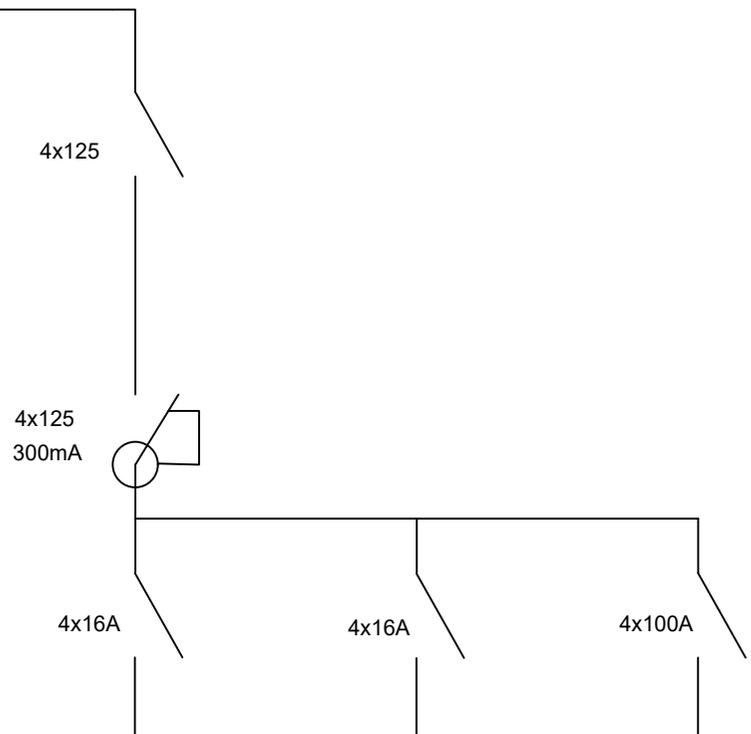
7. PLANOS

PLANO 1. Unifilar vivienda electrificación elevada.....	74
PLANO 2. Unifilares elevadores.....	75
PLANO 3. Unifilar general.....	76
PLANO 4. Instalación fotovoltaica.....	77
PLANO 5. Unifilar edificio plano vertical.....	78
PLANO 6. Unifilar aparcamiento.....	79
PLANO 7. Tomas de fuerza.....	80
PLANO 8. Luminarias.....	81



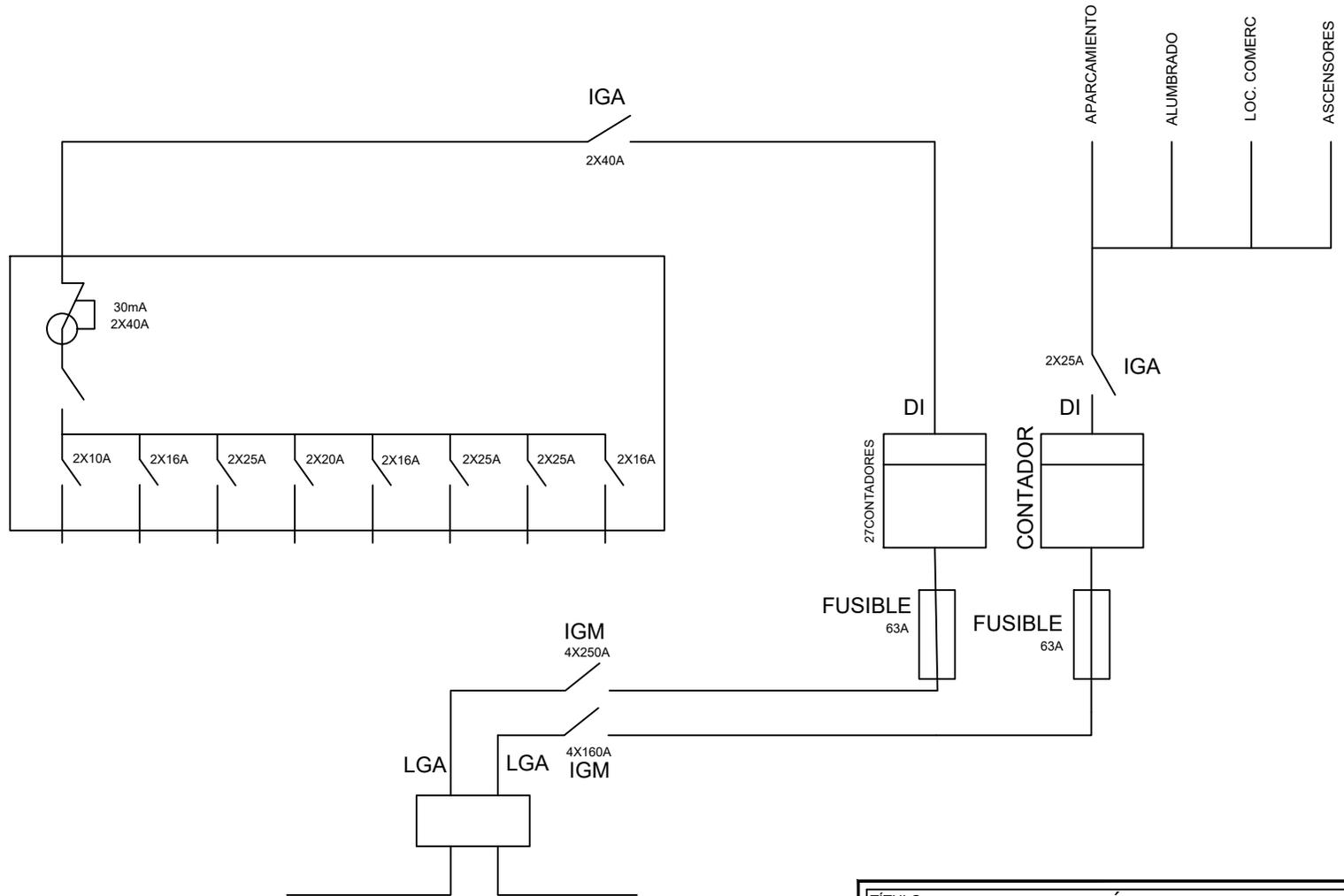
LÍNEA/CIRCUITO	C1	C1	C1	C4	C5	C8	C9	C10
SECCIÓN (mm2)	2X1,5+1,5	2X2,5+2,5	2X6+6	2X4+4	2X2,5+2,5	2X6+6	2X6+6	2X2,5+2,5
AISLAMIENTO	750 V	750 V	750 V	750 V	750 V	750 V	750 V	750 V
DIÁMETRO TUBO (mm)	16	20	25	20	20	25	25	20
DENOMINACIÓN	ALUMBRADO	TOMAS CORRIENTE	COCINA	LAVADORA	TC BAÑO	CALEFACCIÓN	AIRE ACOND	SECADORA

TÍTULO	PLANOS ELÉCTRICOS		PLANO Nº	01
PROPIETARIO	EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES COMUNIDAD VALENCIANA S.A		FIRMA	
SITUACIÓN	VALENCIA		UNIFILAR VIVIENDA ELECTRIFICACIÓN ELEVADA	
ESCALA	PLANO			
FECHA	12/06/2021			

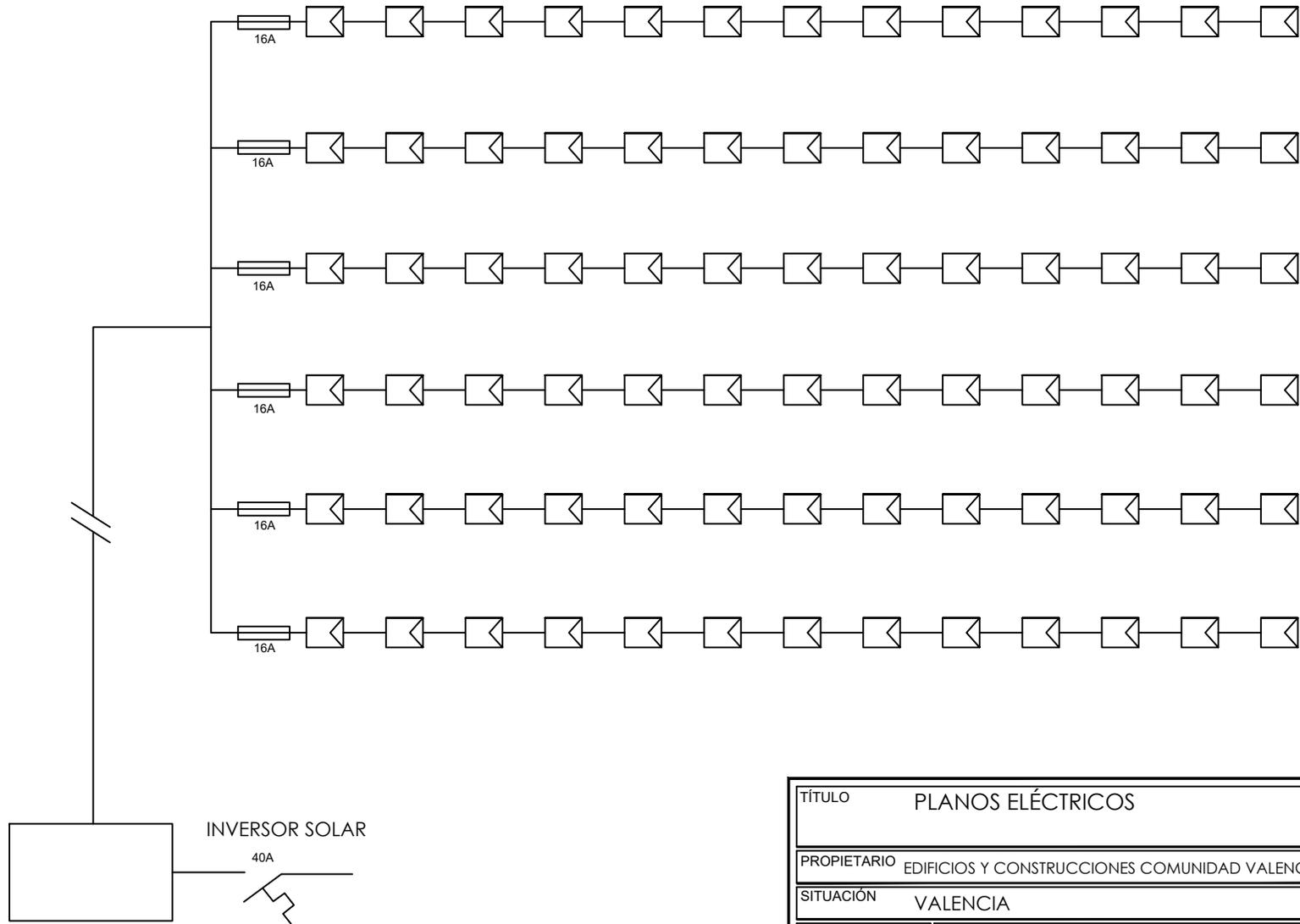


LÍNEA/CIRCUITO	P2.1	P2.2	P2.3
SECCIÓN (mm2)	4x2,5+2,5	4x2,5+2,5	4x16+16
AISLAMIENTO	750 V	750 V	750 V
DIÁMETRO TUBO (mm)	20	20	40
DENOMINACIÓN	ASCENSOR 1	ASCENSOR 2	MONTACOCHE

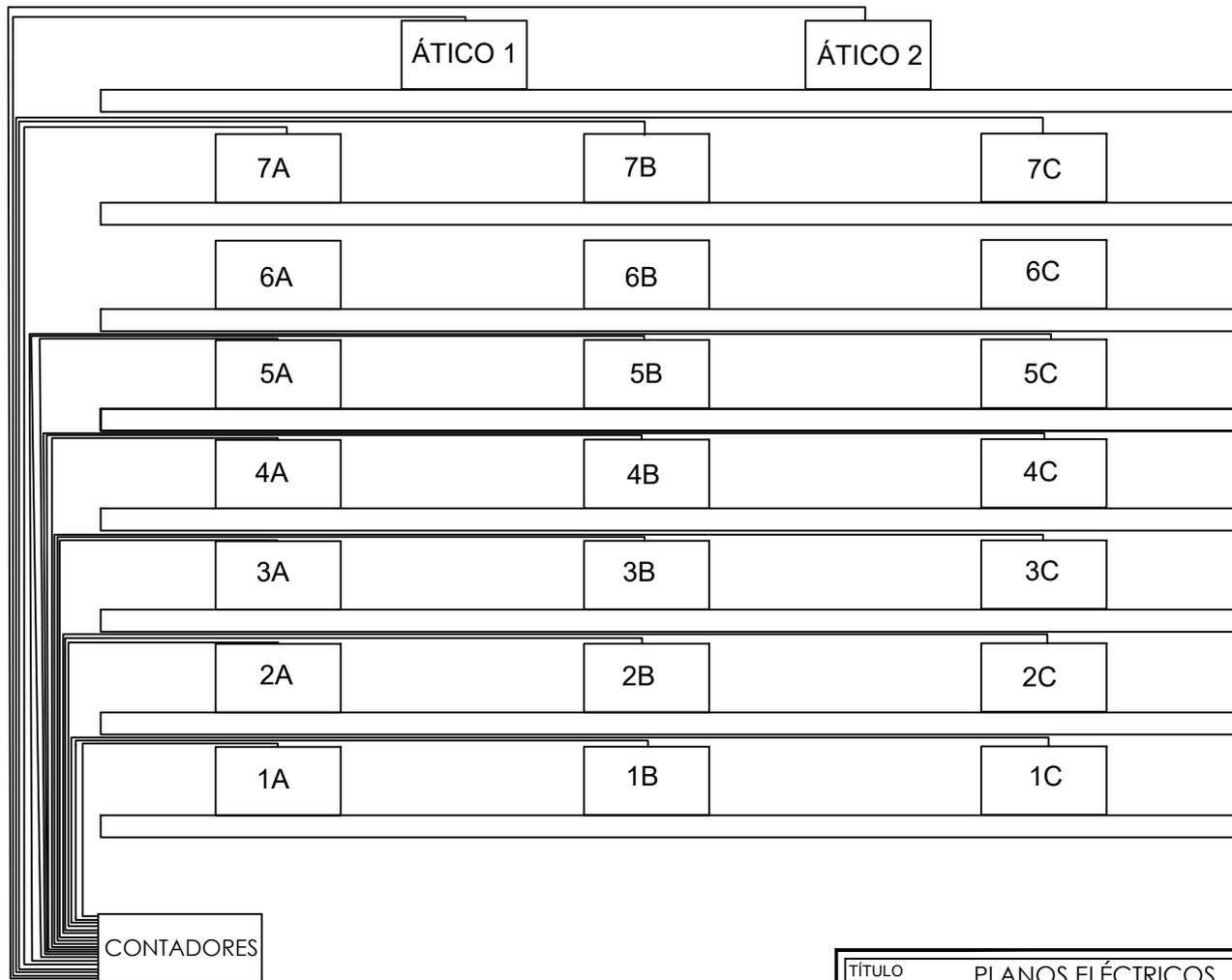
TÍTULO	PLANOS ELÉCTRICOS		PLANO Nº
PROPIETARIO	EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES COMUNIDAD VALENCIANA S.A		02
SITUACIÓN	VALENCIA		
ESCALA	PLANO		FIRMA
FECHA	12/06/2021		
UNIFILARES ELEVADORES			



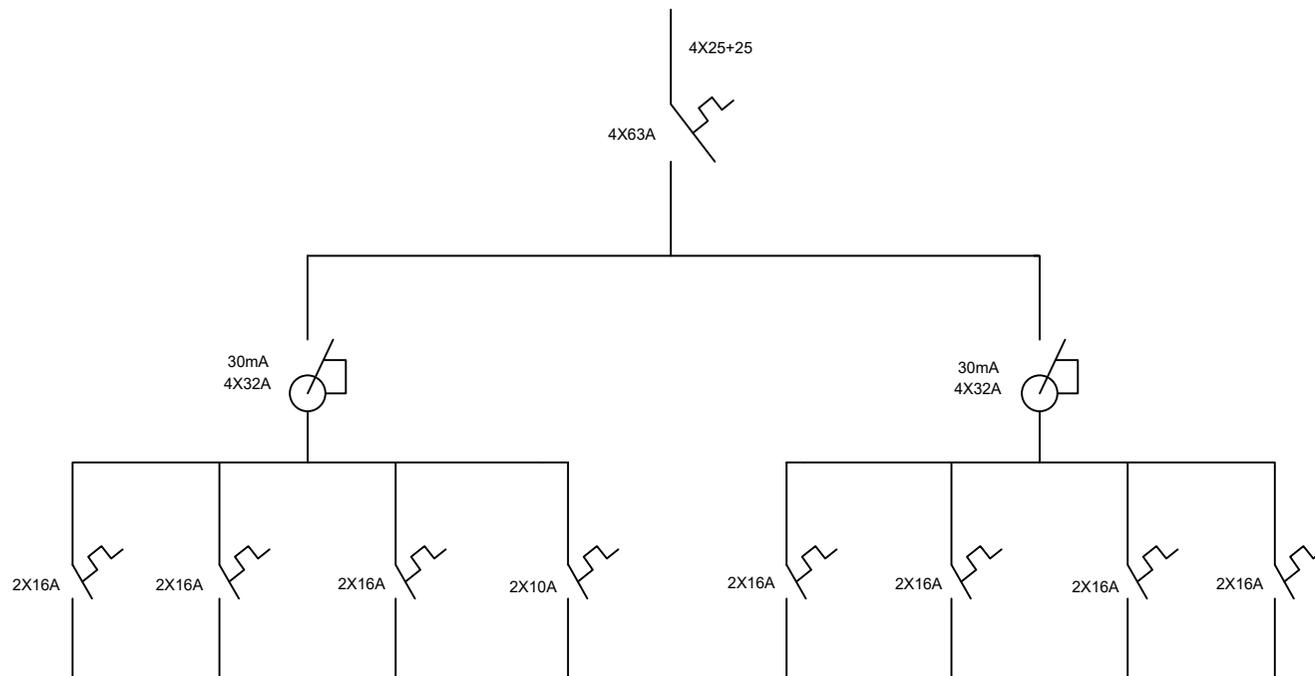
TÍTULO	PLANOS ELÉCTRICOS	PLANO Nº	03
PROPIETARIO	EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES COMUNIDAD VALENCIANA S.A	FIRMA	
SITUACIÓN	VALENCIA		
ESCALA	PLANO		
FECHA	UNIFILAR GENERAL		
	12/06/2021		



TÍTULO	PLANOS ELÉCTRICOS	PLANO Nº	04
PROPIETARIO	EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES COMUNIDAD VALENCIANA S.A	FIRMA	
SITUACIÓN	VALENCIA		
ESCALA	PLANO		
FECHA	12/06/2021	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	

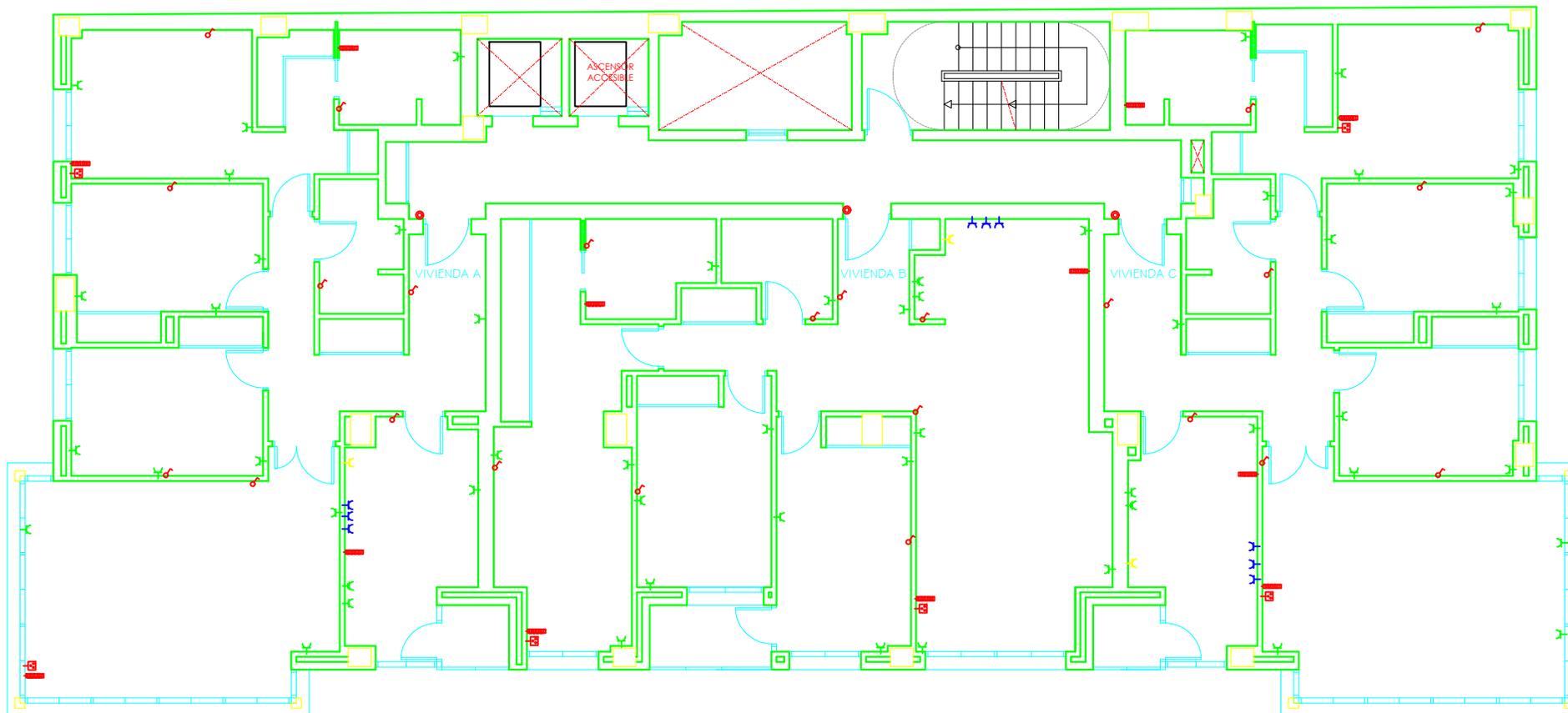


TÍTULO		PLANOS ELÉCTRICOS	PLANO Nº
PROPIETARIO		EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES COMUNIDAD VALENCIANA S.A	05
SITUACIÓN		VALENCIA	FIRMA
ESCALA	PLANO	UNIFILAR EDIFICIO PLANO VERTICAL	
FECHA	12/06/2021		



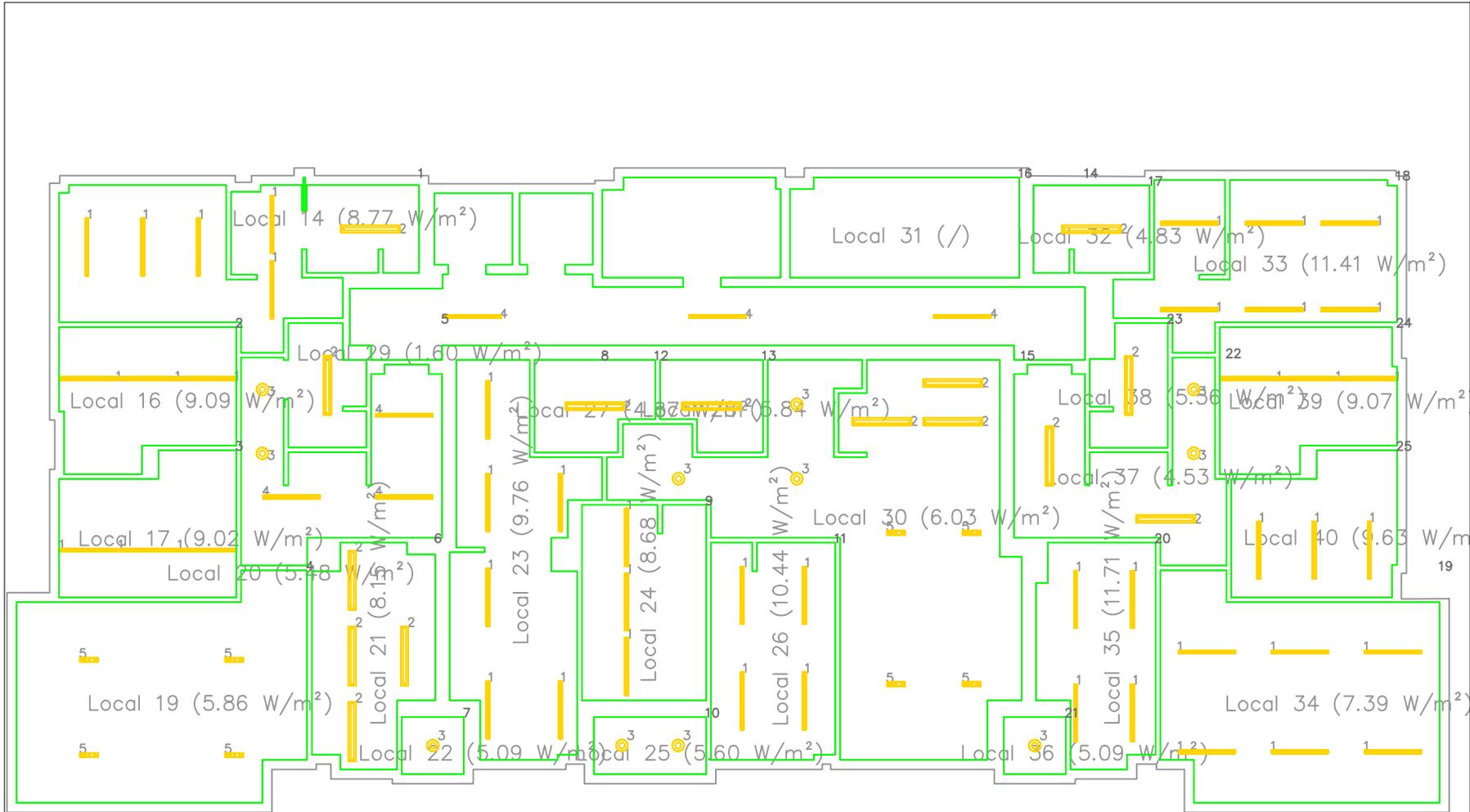
LÍNEA/CIRCUITO	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4	A2.1	A2.2	A2.3	A2.4
SECCIÓN (mm2)	2X2,5+2,5	2X2,5+2,5	2X2,5+2,5	2X1,5+1,5	2X2,5+2,5	2X2,5+2,5	2X2,5+2,5	2X2,5+2,5
AISLAMIENTO	750 V	750 V	750 V	750 V	750 V	750 V	750 V	750 V
DIÁMETRO TUBO (mm)	20	20	20	16	20	20	20	20
DENOMINACIÓN	ALUMBRADO	ALUMBRADO	ALUMBRADO	EMERGENCIAS	EXTRACCIÓN	EXTRACCIÓN	EXTRACCIÓN	EXTRACCIÓN

TÍTULO	PLANOS ELÉCTRICOS	PLANO Nº	06
PROPIETARIO	EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES COMUNIDAD VALENCIANA S.A	FIRMA	
SITUACIÓN	VALENCIA		
ESCALA	PLANO		
FECHA	12/06/2021	UNIFILAR APARCAMIENTO	



	PULSADOR TIMBRE C1
	INTERRUPTOR 10 A C1
	BASE 16 A 2p+T C2
	BASE 25 A 2p+T C3
	BASE 16 A 2p+T (LAVADORA, LAVAVAJILLAS Y TERMO) C4
	BASE 16 A 2p+T (ENCIMA DEL PLANO DE TRABAJO) C5
	CALEFACCIÓN C8
	TOMA DE AIRE ACONDICIONADO C9

TÍTULO		PLANOS ELÉCTRICOS	PLANO Nº
PROPIETARIO		EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES COMUNIDAD VALENCIANA S.A	07
SITUACIÓN		VALENCIA	
ESCALA	PLANO		FIRMA
FECHA	TOMAS DE FUERZA		
	12/06/2021		



TÍTULO PLANOS ELÉCTRICOS		PLANO Nº
PROPIETARIO Edificios y construcciones Comunidad Valenciana S.A		08
SITUACIÓN Valencia		FIRMA
ESCALA	PLANO	
FECHA 12/06/2021	LUMINARIAS	