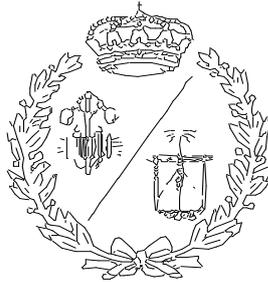


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL**
(Low Voltage Electrical Installation of a
Residential and Commercial Building)

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Autor: Diego Cayón Terán

Septiembre - 2022

A mi madre, que sacrificó y aguantó
mucho para que yo un día presentase
un documento como este.

RESUMEN EN CASTELLANO

El proyecto consiste en el dimensionamiento de la instalación eléctrica de un edificio destinado principalmente a viviendas. Está formado por 20 viviendas de 4 tipos diferentes, así como por 9 locales comerciales y una planta subterránea de garajes.

El proyecto comenzará en la caja general de protección, que es donde la instalación eléctrica del edificio se enlaza con la red eléctrica, y marca además el límite de la propiedad de la instalación eléctrica. Después, se extenderá a través de la línea general de alimentación hasta el cuarto de contadores, donde la compañía suministradora registra el consumo de cada cliente. De aquí, partirán las derivaciones individuales hasta los cuadros generales de protección y mando de cada vivienda, local, servicios generales o garaje. A partir de dicho cuadro, partirán los distintos circuitos que alimentan las distintas cargas a enchufar a la red.

Se calcularán también las protecciones necesarias para cada punto de la instalación eléctrica, verificando que sean capaces de cortar el suministro si es necesario. También se calcularán las corrientes de cortocircuito, a fin de comprobar si dichas protecciones realmente están bien diseñadas. La instalación también incluirá el dimensionamiento de la puesta a tierra del edificio.

SUMMARY IN ENGLISH

This project consists of the sizing of the electrical installation of a building intended mainly for housing. It consists of 20 houses of 4 different types, as well as 9 commercial establishments and an underground garage floor.

The project will begin in the general protection box, which is where the electrical installation of the building is linked to the electricity grid, and also marks the electrical installation property limit. Later, it will extend through the general power line to the electricity meter room, where the supply company will record the consumption of each client. From here, the individual derivations will depart to the general protection and control panels of each dwelling, establishment, general services or garage. From this panel, the different circuits that feed the different loads to be plugged into the electricity grid start.

The necessary protections for each point of the electrical installation will also be calculated, verifying that they are capable of cutting off the supply if necessary. The short-circuit currents will also be calculated, to check if these protections are really well designed. The installation also includes the dimensioning of the grounding of the building.

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA	15
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO	15
1.2. TÉCNICO	15
1.3. UBICACIÓN	15
1.4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	16
1.5. DISPOSICIONES Y NORMATIVA	17
1.6. EMPRESA SUMINISTRADORA	18
1.7. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	18
1.7.1. Descripción general	18
1.7.2. Viviendas	18
1.7.3. Planta baja	20
1.7.4. Planta subterránea de garaje	21
1.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	22
1.8.1. Datos generales	22
1.8.2. Suministro	24
1.8.3. Instalación de enlace	24
1.8.4. Instalación eléctrica de las viviendas	50
1.8.5. Instalación eléctrica de los servicios generales	55
1.8.6. Instalación eléctrica de los locales comerciales	57
1.8.7. Instalación eléctrica del garaje	57
1.8.8. Protección contra sobreintensidades	60
1.8.9. Corrientes de cortocircuito	65
1.9. PUESTA A TIERRA	67
1.9.1. Electrodo de puesta a tierra	69
1.9.2. Conductores de tierra	70
1.9.3. Borne de puesta a tierra	70

1.9.4. Conductores de protección.....	71
1.9.5. Conexiones equipotenciales.....	73
1.9.6. Puntos de puesta a tierra.....	73
1.10. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	74
1.10.1. Alumbrado de seguridad.....	74
1.10.2. Alumbrado de reemplazamiento.....	76
1.10.3. Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia.....	76
2. CÁLCULOS.....	77
2.1. PREVISIÓN DE CARGAS.....	77
2.1.1. De las viviendas.....	77
2.1.2. De los servicios generales.....	78
2.1.3. De los locales comerciales.....	80
2.1.4. Del garaje.....	81
2.1.5. Totales del edificio.....	81
2.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.....	82
2.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	85
2.4. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.....	90
2.4.1. Circuitos de las viviendas.....	90
2.4.2. Circuitos de los servicios generales.....	92
2.4.3. Circuitos del garaje.....	94
2.5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.....	95
2.5.1. Caja General de Protección (CGP).....	95
2.5.2. Fusibles de seguridad de la CC.....	95
2.5.3. Cuadro de las viviendas.....	97
2.5.4. Cuadro de los servicios generales.....	99
2.5.5. Cuadro del garaje.....	99
2.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	100
2.6.1. Corriente de cortocircuito al final de la LGA.....	101

2.6.2. Corriente de cortocircuito al final de las DI	102
2.6.3. Corriente de cortocircuito en las viviendas	103
2.6.4. Corriente de cortocircuito en los servicios generales	104
2.6.5. Corriente de cortocircuito en el garaje	106
2.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO	107
3. PLANOS	109
4. PLIEGO DE CONDICIONES.....	138
4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	138
4.1.1. Ámbito de aplicación	138
4.1.2. Disposiciones generales	138
4.1.3. Condiciones facultativas legales.	138
4.1.4. Seguridad en el trabajo.....	139
4.1.5. Seguridad pública.	140
4.1.6. Organización del trabajo.	141
4.1.7. Planificación y coordinación.....	143
4.1.8. Acopio de materiales.	143
4.1.9. Inspección y medidas previas al montaje.	144
4.1.10. Planos, catálogos y muestras.	144
4.1.11. Variaciones de proyecto y cambio de materiales.	145
4.1.12. Cooperación con otros instaladores.	146
4.1.13. Protección.	146
4.1.14. Limpieza de la obra	147
4.1.15. Andamios y aparejos	147
4.1.16. Obras de albañilería	147
4.1.17. Energía eléctrica y agua	148
4.1.18. Ruidos y vibraciones	148
4.1.19. Accesibilidad	148
4.1.20. Canalizaciones	149

4.1.21. Manguitos pasamuros	150
4.1.22. Protección de partes en movimiento	151
4.1.23. Protección de los elementos a temperatura elevada.....	151
4.1.24. Cuadros y líneas eléctricas	151
4.1.25. Pinturas y colores	151
4.1.26. Identificación	152
4.1.27. Pruebas.....	152
4.1.28. Pruebas finales.....	153
4.1.29. Recepción provisional	153
4.1.30. Periodos de garantía.....	155
4.1.31. Recepción definitiva	155
4.1.32. Permisos.....	155
4.1.33. Entrenamiento	156
4.1.34. Repuestos, herramientas y útiles específicos	156
4.1.35. Subcontratación de las obras	156
4.1.36. Riesgos	157
4.1.37. Rescisión del contrato.....	157
4.1.38. Pago de obra	158
4.1.39. Abono de materiales acopiados.....	158
4.1.40. Disposición final	159
4.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	159
4.2.1. Generalidades	159
4.2.2. Instalaciones eléctricas	159
4.2.3. Sistemas de instalación.....	163
4.2.4. Red de Tierra	168
4.2.5. Cuadro de distribución de baja tensión	169
4.2.6. Protección contra incendios	169
5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	171

5.1. INTRODUCCIÓN	171
5.2. FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	173
5.2.1. Instalaciones eléctricas.	173
5.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO	174
5.3.1. Introducción	174
5.3.2. Obligaciones del empresario	174
5.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	180
5.4.1. Introducción	180
5.4.2. Obligaciones del empresario	181
5.4.3. Condiciones de señalización	181
5.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO	183
5.5.1. Introducción	183
5.5.2. Obligaciones del empresario	183
5.6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO.	194
5.6.1. Introducción.	194
5.6.2. Obligaciones del empresario.	195
5.6.3. Instalaciones eléctricas.	197
5.6.4. Técnicas y procedimientos de trabajo	199
5.6.5. Formación e información de los trabajadores.	199
5.7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS).	199
5.7.1. Afecciones en la piel por dermatitis de contacto	199
5.7.2. Quemaduras físicas y químicas.	200
5.7.3. Proyecciones de objetos y/o fragmentos.	200
5.7.4. Ambiente pulvígeno.	200
5.7.5. Aplastamientos.	200

5.7.6. Atrapamientos.....	200
5.7.7. Caída de objetos y/o máquinas.....	201
5.7.8. Caídas de personas a distinto nivel.....	201
5.7.9. Contactos eléctricos directos.....	201
5.7.10. Inserción de cuerpos extraños en los ojos.....	201
5.7.11. Exposición a fuentes luminosas peligrosas.....	201
5.7.12. Golpe por rotura de cable.....	202
5.7.13. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.....	202
5.7.14. Pisada de objetos punzantes.....	202
5.7.15. Sobreesfuerzos.....	202
5.7.16. Ruido.....	202
5.8. LEGISLACIÓN, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO	203
5.8.1. Legislación.....	203
5.8.2. Normativas.....	204
5.8.3. Convenios.....	204
6.9. CONCLUSIONES	205
6. PRESUPUESTO	206
6.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN ..	206
6.2. DERIVACIONES INDIVIDUALES Y CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES	208
6.3. SERVICIOS GENERALES	211
6.4. GARAJE	215
6.5. VIVIENDAS	219
6.6. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL	223
6.7. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	224
6.8. PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.....	224
7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	225
7.1. CATÁLOGOS.....	227

7.2. SOPORTE INFORMÁTICO	227
---------------------------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Secciones de los conductores según el REBT, ITC-BT-12, apartado 3.	29
Tabla 2. Características seleccionadas para la LGA.....	32
Tabla 3. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica [3].	42
Tabla 4. Dimensiones de las derivaciones individuales.	46
Tabla 5. Dimensiones del conductor de la vivienda de 4 habitaciones.	52
Tabla 6. Dimensiones del conductor de la vivienda de 3 habitaciones.	53
Tabla 7. Dimensiones del conductor de la áticos de 2 habitaciones.	53
Tabla 8. Dimensiones del conductor de la áticos de una habitación.....	53
Tabla 9. Norma de las tablas de dimensionamiento.....	54
Tabla 10. Canalización fija en superficie: Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir [3].	56
Tabla 11. Dimensiones finales de los circuitos de los servicios generales.....	56
Tabla 12. Estudio de las cargas del garaje.	58
Tabla 13. Dimensiones finales de los circuitos del garaje.	59
Tabla 14. Desglose de los fusibles en la sala de contadores.....	63
Tabla 15. Resumen de los fusibles en la sala de contadores.	64
Tabla 16. PIAs en las viviendas.	64
Tabla 17. PIAs en los servicios generales.....	65
Tabla 18. PIAs en el garaje.	65
Tabla 19. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.....	70
Tabla 20. Relación entre conductores de protección y de fase.	72
Tabla 21. Coeficientes de simultaneidad por número de viviendas.....	77
Tabla 22. Características típicas de los ascensores, de acuerdo con la NTE ITE-ITA. [4]	78
Tabla 23. Previsiones de carga en los servicios generales.....	80
Tabla 24. Previsión de carga en los locales comerciales.	80

Tabla 25. Dimensionamiento LGA.....	84
Tabla 26. Métodos de instalación e intensidades máximas admisibles de los conductores en aire a 40°C, según la ITC-BT-19.....	85
Tabla 27. Dimensionamiento de las derivaciones individuales (DI).	88
Tabla 28. Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro monofásico) [4].....	89
Tabla 29. Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro trifásico) [4].	90
Tabla 30. Dimensionamiento de los conductores de las viviendas de 4 habitaciones.	91
Tabla 31. Dimensionamiento de los conductores de las viviendas de 3 habitaciones.	91
Tabla 32. Dimensionamiento de los conductores de los áticos de 2 habitaciones... ..	91
Tabla 33.. Dimensionamiento de los conductores de los áticos de una habitación.. ..	92
Tabla 34. Dimensionamiento de los circuitos de los servicios generales.	93
Tabla 35. Dimensionamiento de los circuitos del garaje.	94
Tabla 36. Dimensionamiento los fusibles de la CGP.....	95
Tabla 37. Dimensionamiento de los fusibles de los contadores.....	96
Tabla 38. Dimensionamiento de las PIAs, viviendas de 4 habitaciones.....	97
Tabla 39. Dimensionamiento de las PIAs, viviendas de 3 habitaciones.....	97
Tabla 40. Dimensionamiento de las PIAs, áticos de 2 habitaciones.	98
Tabla 41. Dimensionamiento de las PIAs, áticos de una habitación.	98
Tabla 42. Dimensionamiento de las PIAs de los servicios generales.....	99
Tabla 43. Dimensionamiento de los PIAs del garaje.....	100
Tabla 44. Corrientes de cortocircuito en la LGA.....	101
Tabla 45. Corrientes de cortocircuito en las DI.	102
Tabla 46. Corrientes de cortocircuito en la vivienda 1-C, más desfavorable.....	103
Tabla 47. Corrientes de cortocircuito en los servicios generales.	104
Tabla 48. Corrientes de cortocircuito en los garajes.	106
Tabla 49. Número de electrodos en función del terreno y la longitud del anillo.	107
Tabla 50. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo.	108

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Relación entre las corrientes de diseño del circuito, del dispositivo de protección y la admitida por el cable.	61
Ecuación 2. Corriente de actuación para un tiempo largo.	61
Ecuación 3. Corriente de cortocircuito.	66
Ecuación 4. Cálculo de la intensidad prevista (trifásica), en función de la potencia y f.d.p. previstos, y de la tensión de línea [22].	83
Ecuación 5. Caída de tensión, tensión de línea y porcentaje de caída máxima admisible.	83
Ecuación 6. Cálculo de la sección del conductor (trifásica), en base a la previsión de intensidad y f.d.p., y a su longitud, conductividad y caída de tensión máxima admisible [22].	83
Ecuación 7. Cálculo de la intensidad prevista (monofásica), en función de la potencia, del f.d.p. y de la tensión [22].	86
Ecuación 8. Cálculo de la sección del conductor (monofásica), en base a la previsión de intensidad y f.d.p., y a su longitud, conductividad y caída de tensión máxima admisible [22].	86
Ecuación 9. Caída de tensión, tensión y porcentaje de caída máxima admisible. ...	86
Ecuación 10. Resistencia de un conductor.	101
Ecuación 11. Resistencia a tierra para un conductor enterrado horizontalmente (anillo) [4].	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Esquema de la instalación de enlace para varios usuarios y contadores centralizados. REBT [3].....	25
Fig. 2. CGP escogida.	28
Fig. 3. Esquema de la instalación de una LGA vertical [4].	30
Fig. 4. Ejemplo de CC en local [4].	37
Fig. 5. Esquema de la instalación de las unidades funcionales principales en una CC [4].	40
Fig. 6. Ejemplo de la instalación de un tramo vertical de una derivación individual [4].	43
Fig. 7. Instalación de los DGMP [4].	48
Fig. 8. Disposición del ICP y los DGMP	50
Fig. 9. Fusible tipo NH1-315A.	62
Fig. 10. Fusibles NH0-20A y NH0-32A.	64
Fig. 11. Tipos de disparo de los IA domésticos y análogos.....	67
Fig. 12. Instalación de puesta a tierra	69
Fig. 13. Bornes de puesta a tierra.	71

1. MEMORIA

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El proyecto, realizado con fines académicos, consiste en dimensionar toda la instalación eléctrica de un edificio de 20 viviendas, locales comerciales, servicios generales y garajes subterráneos, siguiendo las normas técnicas establecidas, principalmente por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. El estudio comenzará en la Caja General de Protección y terminará en cada circuito receptor, inclusive la puesta a tierra. De esta manera, podrán dimensionarse todos los componentes de la instalación, y quedarán asentadas las directrices sobre cómo llevarla a cabo.

1.2. TÉCNICO

El presente proyecto ha sido realizado para la obtención del título de graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Cantabria, por el alumno por Diego Cayón Terán, durante el curso académico 2021/2022.

1.3. UBICACIÓN

El edificio está localizado en el municipio de Cartes, Cantabria (CP 39311). La parcela (número 74) se localiza entre la carretera N-611 y la calle San Roque, y es urbanizable. En el capítulo 3 del presente proyecto, correspondiente a los planos, se adjuntan, en el Plano 1 y Plano 2, la vista aérea y del catastro, respectivamente, de la parcela y su entorno.

1.4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- ITC: Instrucción Técnica Complementaria (Nota: todas las ITC del presente proyecto corresponden al REBT. En el proyecto, cuando se cite una ITC, no se citará el REBT pues con esta nota queda implícito).
- BT: Baja Tensión.
- LGA: Línea General de Alimentación.
- DI: Derivación Individual.
- ITE: Inspección Técnica de Edificios.
- ITA: Informe de Trabajadores en Alta.
- NTE: Normas Tecnológicas de la Edificación.
- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- DB: Documento básico.
- UNE: Una Norma Española.
- CGP: Caja General de Protección.
- C: Circuito.
- CGMP: Cuadro general de mando y protección
- CC: Concentración de contadores
- ICP: Interruptor de Control de Potencia.
- IG: Interruptor General.
- ID: Interruptor Diferencial.
- DGMP: Dispositivo General de Mando y Protección.
- XLPE: polietileno reticulado.
- CS: Coeficiente de simultaneidad.
- IA: Interruptor automático.
- PIA: Pequeño interruptor automático.

1.5. DISPOSICIONES Y NORMATIVA

Se han utilizado lo siguientes reglamentos y normativas:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Normas UNE.
- Código Técnico de la Edificación.
- Normas Tecnológicas de la Edificación.
- Guías sobre el REBT del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, específicamente las siguientes:
 - ITC BT 10: Previsión de Cargas.
 - ITC BT 12: Instalaciones de enlace. Esquemas.
 - ITC BT 13: Instalaciones de enlace. Cajas de protección.
 - ITC BT 14: Instalaciones de enlace. Línea General de Alimentación.
 - ITC BT 15: Instalaciones de enlace. Derivaciones Individuales.
 - ITC BT 16: Instalaciones de enlace. Contadores.
 - ITC BT 17: Instalaciones de enlace. ICP.
 - ITC BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.
 - ITC BT 19: Instalaciones de interiores. Prescripciones generales.
 - ITC BT 20: Instalaciones de interiores. Sistemas de instalación.
 - ITC BT 21: Instalaciones de interiores. Tubos protectores.
 - ITC BT 22: Instalaciones de interiores. Protección contra sobrecargas.
 - ITC BT 24: Instalaciones de interiores. Protección contra contactos directos e indirectos.
 - ITC BT 25: Instalaciones interiores en viviendas.
 - ITC BT 26: Instalaciones de interiores. Instalación interior en viviendas. Prescripciones generales.
 - ITC BT 27: Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
 - ITC BT 28: Instalaciones en locales de pública concurrencia.

- ITC BT 29: Instalaciones con riesgo de incendio o explosión.

1.6. EMPRESA SUMINISTRADORA

La empresa suministradora contratada será Viesgo Distribución, con una alimentación de 12/20 kV y a una frecuencia de 50Hz.

1.7. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

1.7.1. Descripción general

El edificio proyectado se clasifica como edificio destinado principalmente a viviendas, según la ITC-BT-10, apartado 1. Dispondrá de garaje y locales comerciales. Consta de siete plantas: de una planta subterránea (planta -1) con veintidós plazas de garaje, diáfanas y de uso comunitario, de una planta baja (planta 0) con nueve locales comerciales, el portal, y tres cuartos (uno de ellos destinado a contadores eléctricos), y de veinte viviendas repartidas en las plantas restantes (plantas 1 a 5), cuatro por planta, de las cuales ocho son de cuatro habitaciones y otras ocho de tres. En la planta superior, habrá dos áticos de dos habitaciones y otros dos de una. Los áticos además disponen de terraza.

1.7.2. Viviendas

A las viviendas puede accederse mediante escaleras que recorren todo el edificio o mediante dos ascensores que parten de la planta baja. En este subapartado se adjunta qué estancias conforman cada uno de los 4 tipos de viviendas de las que consta el edificio, las superficies que ocupan y las superficies de las cajas de escalera y de los pasillos de cada planta destinada a viviendas:

- Vivienda de cuatro habitaciones:
 - Vestíbulo: 12,5m².
 - Pasillo: 5,5m².
 - Baño común: 7,5m².
 - Cocina: 13m².
 - Salón comedor: 30m².
 - Estudio: 18m².
 - Habitación pequeña 1: 7,5m².
 - Habitación pequeña 2: 7,5m².
 - Habitación mediana: 8,5m².
 - Habitación principal: 19m².
 - Baño habitación principal: 7m².

Total: 136m².

 - Vivienda de tres habitaciones:
 - Pasillo: 18m².
 - Baño: 8,5m².
 - Salón: 19,5m².
 - Cocina: 16,5m².
 - Habitación principal: 17m².
 - Habitación mediana: 9,5 m².
 - Habitación pequeña 1: 7,5m².
 - Habitación pequeña 2: 7,5m².

Total: 104m².

 - Ático de dos habitaciones:
 - Vestíbulo: 12m².
 - Pasillo: 5m².
 - Habitación mediana: 8,5m².
 - Habitación principal: 18m².
 - Baño: 8m².
-

- Salón comedor: 16,5m².
 - Cocina: 8,5m².
 - Estudio: 16m².
 - Terraza: 43m².
- Total: 135,5m².

- Ático de una habitación:

- Pasillo: 15,5m².
 - Habitación Principal: 17m².
 - Baño: 8m².
 - Salón comedor: 19m².
 - Cocina: 8,5m².
 - Estudio: 16m².
 - Terraza: 36m².
- Total: 120m².

- Pasillo plantas 1 a 4: 44 m², cada planta.

- Pasillo planta 5: 36,5m².

Total de los pasillos de las plantas 1 a 5: 212,5m².

- Cajas de escalera: 5,5m² cada tramo (son iguales).

Total de las cajas de escalera de todo el edificio: 33m² (El edificio consta de un total de seis cajas de escalera, inclusive las de las plantas baja y garaje).

1.7.3. Planta baja

En esta planta se localizarán los nueve locales comerciales, así como el portal de parte residencial del edificio, los accesos por escalera y ascensor a las distintas plantas, y tres cuartos comunitarios, uno de ellos destinado a albergar los contadores eléctricos, y del que de ahora en adelante se hará referencia simplemente como cuarto de contadores. Los otros dos cuartos comunitarios

estarán destinados a aplicaciones varias, como albergar los contadores de otras instalaciones diferentes de la eléctrica, guardar artículos de limpieza de las zonas comunes, reunión para la comunidad de vecinos, etc. Se adjunta a continuación la superficie de cada zona y local:

- Portal: 14m².
- Cuarto comunitario 1: 13m².
- Cuarto comunitario 2: 6,5m².
- Cuarto de contadores: 6m².
- Locales:
 - Local A: 48m².
 - Local B: 62,5m².
 - Local C: 54,5m².
 - Local D: 56m².
 - Local E: 46m².
 - Local F: 48m².
 - Local G: 62,5m².
 - Local H: 54,5m².
 - Local I: 56m².

1.7.4. Planta subterránea de garaje

El garaje de uso comunitario consta de veintidós plazas de aparcamiento diáfanas y una superficie de 565m². De estas plazas, veinte son para coches (una plaza por vivienda) y dos para motocicletas. A esta planta puede accederse por la escalera desde el portal o por los portones para vehículos desde el exterior.

1.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.8.1. Datos generales

1.8.1.1. De las viviendas

De acuerdo con la ITC-BT-10, apartado 2.1, se selecciona un grado de electrificación básica para cada vivienda ($P \leq 5.750W$ a 230V), con una potencia de 5.750W, a 230V y 25A. Este grado de electrificación es el necesario para cubrir las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación, y permite la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

Se ha seleccionado dicho grado de electrificación debido a que las viviendas cumplen con lo dispuesto en la mencionada ITC: Las superficies de todas las viviendas son inferiores a 160m², no está prevista la utilización de sistemas de calefacción eléctrica ni acondicionamiento de aire, ni instalación para la recarga del vehículo eléctrico. Además, tampoco se prevén las instalaciones que, según la ITC-BT-25, harían necesario un grado de electrificación elevada ($P \geq 9.200$ a 230V), que son, además de las ya mencionadas, la previsión de instalación de sistemas de automatización (domótica), de secadora, de más de 30 puntos de utilización de alumbrado, más de 20 de tomas de corriente de uso general y más de 6 en cuartos de baño y auxiliares de cocina.

1.8.1.2. De los locales comerciales

Los locales comerciales no tienen en el momento de proyectar el edificio ningún uso específico que pueda permitir aproximar un consumo concreto, por lo que según la ITC-BT-10, apartado 3.3, y dado que no se conoce la previsión real de carga de ningún local, se calculará considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450W a 230V y coeficiente de simultaneidad $CS=1$.

1.8.1.3. De los servicios generales

La ITC-BT-10, apartado 3.2, establece que en esta categoría se incluya la previsión de potencia de toda la instalación eléctrica de uso común en el edificio. En el caso que se trata en este proyecto dicha instalación incluye:

- Ascensores.
- Portero automático.
- Tomas de corriente en espacios comunes.
- Alumbrado de portal.
- Alumbrado de la caja de escalera.
- Alumbrado de los pasillos de cada planta.
- Alumbrado del cuarto de contadores.
- Alumbrado de los cuartos comunitarios 1 y 2.

1.8.1.4. Del garaje

Según la Exigencia Básica HS 3 del Documento Básico sobre Salubridad HS, del Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-HS3), y concretamente según los puntos 6 y 7 del apartado 3.1.4.2 [1], deberá existir ventilación forzada con dos redes de extracción, cada una con su aspirador mecánico (al exceder 15 plazas de aparcamiento, según el punto 6) y un sistema de detección de monóxido de carbono (al exceder una superficie de 100m², según el punto 7). Adicionalmente, y según el apartado 1 de la sección SI 4 del Documento Básico sobre Seguridad en Caso de Incendio SI, también del Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-SI4) [2], se dispondrá de un sistema de detección de incendios, al ser la superficie del garaje superior a 500m². El garaje constará, además, de alumbrado de emergencia. Resumidamente, las cargas previstas en el garaje será las correspondientes a:

- Alumbrado.
- Alumbrado de emergencia (Funcionará cuando no funcione el normal, no consumen a la vez).
- Motores de los portones.
- Ventilación.

- Sistema de detección de monóxido de carbono.
- Sistema de detección de incendios.
- Tomas de corriente.

1.8.2. Suministro

La instalación eléctrica propia del edificio se conecta a la Red General de Distribución, propiedad de la compañía suministradora, mediante una derivación, la acometida, que va desde dicha Red General de Distribución de la compañía hasta la caja general de protección (CGP) del edificio. Esta caja se conecta al emplazamiento de contadores mediante la línea general de alimentación (LGA). La propiedad del usuario llega hasta la CGP, incluida. Desde la acometida, incluida, la propiedad es de la compañía suministradora (ITC-BT-12, apartado 1).

La corriente eléctrica suministrada será trifásica con neutro, de 400/230V de tensión y 50Hz de frecuencia.

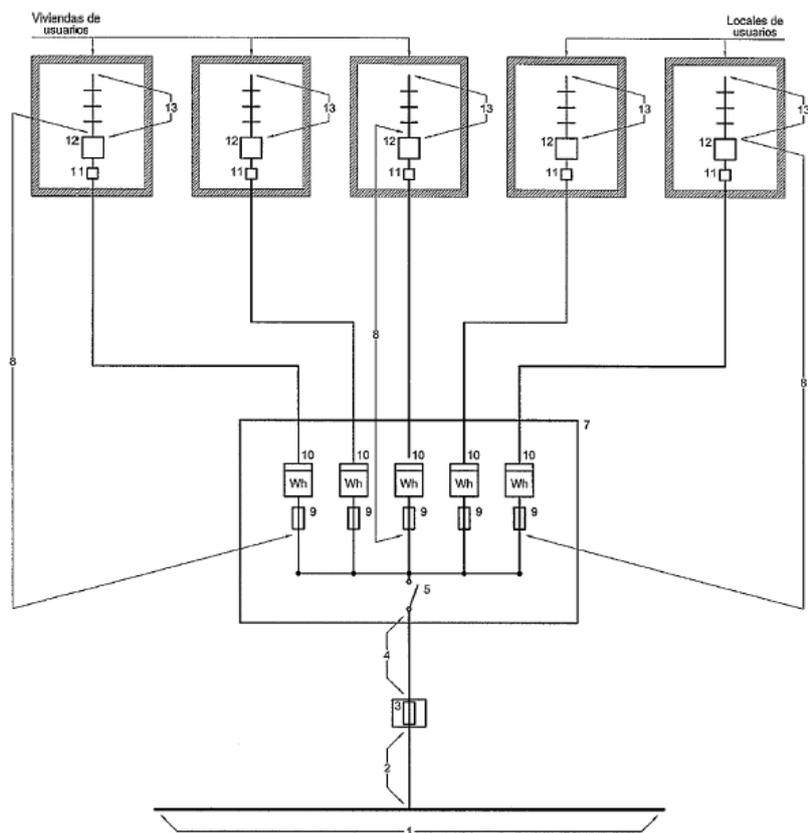
1.8.3. Instalación de enlace

De acuerdo con la ITC-BT-12, se denominan instalaciones de enlace aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario. Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección. Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento. La instalación de enlace incluye:

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
- Derivación Individual (DI)

- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

En este proyecto se optará por la colocación de contadores en forma centralizada en un lugar, que será el denominado «Cuarto de contadores», de 6m² de superficie. Este esquema es el que se utiliza normalmente en conjuntos de edificación vertical u horizontal, destinados principalmente a viviendas, edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias. Se adjunta en la Fig. 1 un esquema de la instalación de enlace, ofrecido por el REBT [3]. En el caso de edificio a estudio, habría, como se verá más adelante en este capítulo, 31 derivaciones individuales.



Leyenda

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Red de distribución. | 8 Derivación individual. |
| 2 Acometida. | 9 Fusible de seguridad. |
| 3 Caja general de protección. | 10 Contador. |
| 4 Línea general de alimentación. | 11 Caja para interruptor de control de potencia. |
| 5 Interruptor general de maniobra. | 12 Dispositivos generales de mando y protección. |
| 6 Caja de derivación. | 13 Instalación interior. |
| 7 Emplazamiento de contadores. | |

Fig. 1. Esquema de la instalación de enlace para varios usuarios y contadores centralizados. REBT [3].

1.8.3.1. Caja General de Protección (CGP)

La ITC-BT-13 es la que describe esta parte de la instalación, y da las siguientes directrices:

- Se instalará preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso.
- Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.
- Cuando la acometida sea aérea podrán instalarse en montaje superficial a una altura sobre el suelo comprendida entre 3 m y 4 m. 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.
- No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación.
- 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 cajas generales de protección a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente.
- En las cajas generales de protección se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.
- El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

- El esquema de caja general de protección a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y lo determinará la empresa suministradora.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439-1 [Actualmente UNE EN-61.439-1], tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439-3 [Actualmente UNE EN-61.439-3], una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 [Actualmente UNE EN-60.529] e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

Siguiendo la recomendación de la Guía del REBT [4], se opta por una CGP de clase II (doble aislamiento). Con los cálculos realizados en el subapartado 2.5.1, se sabe que se utilizarán, en los bornes que trae la CGP, tres fusibles NH1-315A, de los que se habla con más detenimiento en el subapartado 1.8.8.1 del presente proyecto. Una solución comercial que puede utilizarse, teniendo en cuenta lo explicado, sería la «Caja de acometida CGP GL 400 A esquema 9 BUC», con 3 bases portafusibles BUC para fusibles tipo NH y tamaño 2, tomada del catálogo del almacén *Electromaterial* [5].



Fig. 2. CGP escogida.

1.8.3.2. Línea General de Alimentación (LGA)

De acuerdo con la ITC-BT-12, a Línea General de Alimentación (LGA) es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores. A partir de una misma LGA, pueden realizarse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores, que podrán ser:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN-60.439-2 [actualmente UNE-EN 61.439-6].
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

En los casos anteriores, los tubos y canales, así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21, salvo en lo indicado en la presente instrucción.

Las canalizaciones incluirán, en su caso, el conductor de protección.

Sobre la instalación, y que afecte a este proyecto, la misma ITC dice que:

- El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común.
- Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro en función de la sección del cable a instalar será el que se indica en la Tabla 1.

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 1. Secciones de los conductores según el REBT, ITC-BT-12, apartado 3.

- Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.

En el caso de que la LGA discurra verticalmente:

- Lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común.
- Se evitarán las curvas, los cambios de dirección y la influencia térmica de otras canalizaciones del edificio.
- No podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zona de uso común cuando estos recintos sean protegidos conforme a lo establecido en la NBE-CPI-96 [Actualmente CTE-DB-SI] [2].

- Este conducto será registrable y precintable en cada planta y se establecerán cortafuegos cada tres plantas, como mínimo y sus paredes tendrán una resistencia al fuego de RF 120 según NBE-CPI-96 [Actualmente CTE-DB-SI] [2].
- Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30 x 30 cm y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

El la Guía del REBT del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo [4] ofrece la Fig. 3 para ilustrar lo anteriormente descrito sobre la LGA vertical.

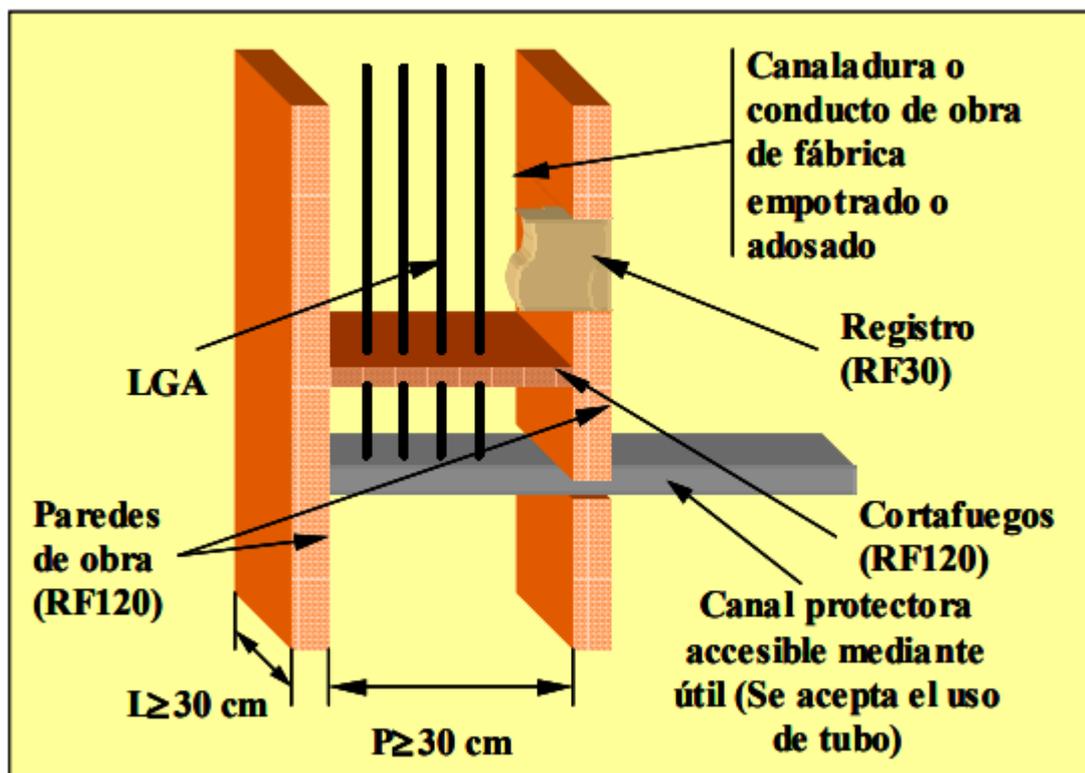


Fig. 3. Esquema de la instalación de una LGA vertical [4].

Esta ITC establece también que 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, y que los cables serán no

propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 cumplen con esta prescripción.

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.

Además, según la misma ITC, 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 permitida será:

- Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5%.
- Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1%.

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20.460-5-523 [actualmente UNE-HD-60.364-5-52] con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la ITC-BT-10.

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% de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a los valores especificados en la Tabla 1.

En base a la normativa expuesta, en el apartado 2.2. del capítulo de cálculos de este proyecto, se llega al dimensionamiento la LGA que se adjunta en la Tabla 2, para una previsión de potencia de 163.298W (Apartado 2.1.5. de los cálculos). En el

mencionado apartado 2.2, además, se explica con mayor detalle el dimensionamiento.

El tipo de cable escogido será el, RZ1-K (AS) (material XLPE, polietileno reticulado), de tensión asignada 0,6/1kV (conductividad $\sigma=45,49\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ a 90°C) con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierto de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), que puede soportar de manera continuada una temperatura de 90°C [6]. Además, según el Reglamento Delegado 2016/364 [7], los cables serán de la clase de reacción al fuego $C_{ca} -s1b, d1, a1$ [7]. El cable se extenderá unos $L=30\text{m}$ hasta la CGP desde los contadores, y se instalará con un empotramiento tipo B (conductores aislados empotrados de obra), según la ITC-BT-19, Tabla 26.

Tipo de instalación	Tipo de cable	Reacción al fuego	L (m)
Empotramiento B	RZ1-K (AS)	$C_{ca} -s1b, d1, a1$	30
S_{fase} (mm ²)	S_{neutro} (mm ²)	Φ_{e-t} (mm)	ΔU (V) / ΔU (%)
150 (x3 fases)	70	160	1,795 / 0,449%

Tabla 2. Características seleccionadas para la LGA.

Con:

- S_{fase} : Sección de cada conductor de fase (mm²).
- S_{neutro} : Sección del conductor neutro (mm²).
- L: Longitud de la LGA (m).
- Φ_{e-t} : Diámetro exterior de los tubos (mm).

1.8.3.3. Centralización de Contadores (CC)

La ITC-BT-16, sobre ubicación y sistemas de instalación de contadores, establece que los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:

- Módulos (cajas con tapas precintables).
- Paneles.
- Armarios.

Todos ellos, constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 partes 1, 2 y 3 [Actualmente UNE-EN-61.439-1, 6 y 3].

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 y UNE-EN 50.102, respectivamente:

- Instalaciones de tipo interior: IP40; IK 09.
- Instalaciones de tipo exterior: IP43; IK 09.

Establece también que:

- Deberán 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.
- Las dimensiones de los módulos, paneles y 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 deban llevar.
- 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.
- Los cables serán de 6 mm² de sección, salvo cuando se incumplan las prescripciones reglamentarias en lo que afecta a previsión de cargas y caídas de tensión, en cuyo caso la sección será mayor.
- Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21.022 [Actualmente UNE-EN 60.228], con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o

termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la ITC-BT-19.

- Los cables serán no propagadores del 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. Además, según el Reglamento Delegado 2016/364 [7], los cables serán de la clase de reacción al fuego C_{ca} -s1b, d1, a1 [7].

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 1,5 mm². Las conexiones se efectuarán directamente y los conductores no requerirán preparación especial o terminales.

La ITC-BT-16, apartado 2.2, expone sobre la colocación en forma concentrada, que como se explicará al final de este subapartado es la que se empelará en este proyecto, en el caso de:

- Edificios destinados a viviendas y locales comerciales.
- Edificios comerciales.
- Edificios destinados a una concentración de industrias.

Cuando el número de contadores a instalar sea superior a 16, será obligatoria su ubicación en local, según el apartado 2.2.1 [de la ITC, que también se adjunta en este subapartado de la memoria, a continuación].

En función de la naturaleza y número de contadores, así como de las plantas del edificio, la concentración de los contadores se situará de la forma siguiente:

- En edificios de hasta 12 plantas se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano.

- En edificios superiores a 12 plantas se podrá concentrar por plantas intermedias, comprendiendo cada concentración los contadores de 6 o más plantas.
- Podrán disponerse concentraciones por plantas cuando el número de contadores en cada una de las concentraciones sea superior a 16.

La misma ITC, en el apartado 2.2.1 sobre la colocación de contadores en forma concentrada, establece sobre el local de emplazamiento de los contadores que cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece la NBE-CPI-96 [Actualmente CTE-DB-SI] [2] para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

- 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.
- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas, 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 el local 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 nunca 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.

- Cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.
- Las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón de medio pie de ladrillo hueco.
- El local tendrá una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. 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 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en la Norma NBE-CPI-96 [Actualmente CTE-DB-SI] [2] para locales de riesgo especial bajo.
- La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70 x 2 m, su resistencia al fuego corresponderá a lo establecido para puertas de locales de riesgo especial bajo en la Norma NBE-CPI-96 [Actualmente CTE-DB-SI] [2] y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.
- 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 Guía del REBT ofrece la Fig. 4. Ejemplo de CC en local. para ilustrar lo anterior.

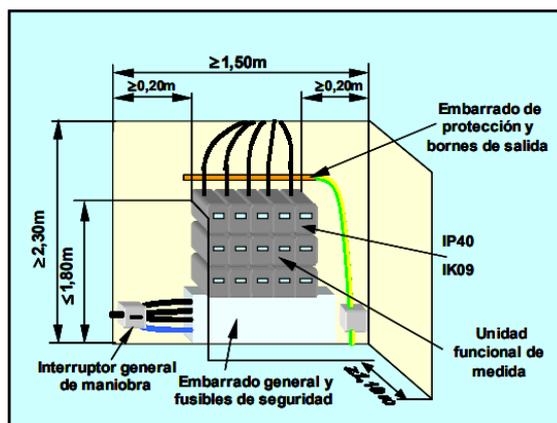


Fig. 4. Ejemplo de CC en local [4].

La misma ITC sobre la concentración de contadores, en el apartado 3, establece:

- Las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.
- En referente al grado de inflamabilidad cumplirán con el ensayo del hilo incandescente descrito en la norma UNE-EN 60.695-2-1 [Actualmente UNE-EN-61.439-6 y 3], a una temperatura de 960°C para los materiales aislantes que estén en contacto con las partes que transportan la corriente y de 850°C para el resto de los materiales tales como envolventes, tapas, etc.
- Cuando existan envolventes estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan toda manipulación interior y podrán constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la concentración que lo precisen estarán marcados de forma visible para que permitan una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponde.
- La propiedad del edificio o el usuario tendrán, en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que se coloquen y de la alteración de los elementos instalados que quedan bajo su custodia en el local o armario en que se ubique la concentración de contadores.

- Las concentraciones permitirán la instalación de los elementos necesarios para la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes y permitirán la incorporación de los avances tecnológicos del momento.
- 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 1,80m.
- El cableado que efectúa las uniones embarrado-contador-borne de salida podrá ir bajo tubo o conducto.

Además, establece también que las concentraciones estarán formadas eléctricamente por ciertas unidades funcionales. A continuación, se adjuntan las que proceden para el presente proyecto:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra: Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Será obligatoria para concentraciones de más de dos usuarios. Esta unidad se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos. Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores.
- 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.
- Unidad funcional de medida: Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.
- Unidad funcional de mando (opcional): Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

- 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.
- Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional): Contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.

En base a lo expuesto, al ser el proyecto que se presenta destinado a viviendas y locales comerciales y ser el número de plantas menor que 12 (son 7 plantas), la concentración de contadores será en la planta baja y se ubicarán en un local específico para ellos, al ser el número de contadores superior a 16 (son 31 contadores, dado que, como se verá en el subapartado 1.8.3.4, hay 31 derivaciones individuales). Este local será el denominado «Cuarto de Contadores» en este proyecto, de 6m² superficie. Siguiendo la recomendación de la Guía del REBT [4], se empleará cable H07Z1-R (AS), que es un conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750V, conductor de cobre clase 2 (-R) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). Se adjunta a continuación en la Fig. 5. Esquema de la instalación de las unidades funcionales principales en una CC. un esquema de la instalación de las unidades funcionales principales en una CC, ofrecida por la Guía del REBT [4].

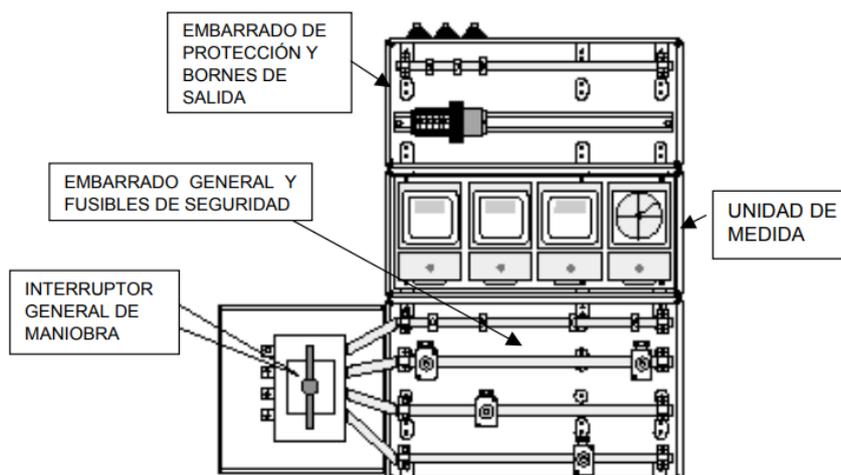


Fig. 5. Esquema de la instalación de las unidades funcionales principales en una CC [4].

1.8.3.4. Derivaciones Individuales (DI)

De acuerdo con la ITC-BT-15, la derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende:

- Los fusibles de seguridad.
- El conjunto de medida.
- Los dispositivos generales de mando y protección.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439-2 [Actualmente UNE-EN 61.439-6].

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

En los casos anteriores, los tubos y canales, así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21, salvo en lo indicado en la presente instrucción. Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

Sobre la instalación, la misma ITC-BT-15 dice:

- 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 asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.
- Tubo de reserva: se dispondrá, en cualquier caso, por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m² de superficie.
- Uniones de los tubos rígidos: serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

En el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, en edificios comerciales, de oficinas, o destinados a una concentración de industrias, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario 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 al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en la NBE-CPI-96 [Actualmente CTE-DB-SI] [2], careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, 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 3, tomada del REBT [3]:

DIMENSIONES (m)		
Número de derivaciones	ANCHURA L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m	Profundidad P = 0,30 m
	Una fila	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 3. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica [3].

La Guía del REBT ofrece la Fig. 6. para ilustrar la instalación de un tramo vertical de una derivación [4]:

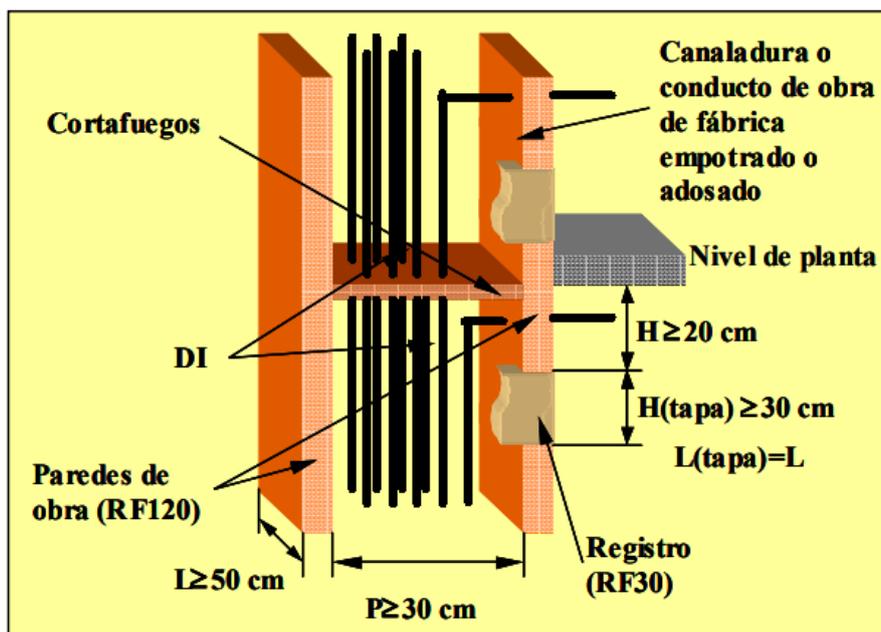


Fig. 6. Ejemplo de la instalación de un tramo vertical de una derivación individual [4].

La altura mínima de las tapas registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo. Las cajas serán de material aislante, no propagadoras de la llama y grado de inflamabilidad V-1, según UNE-EN 60695-11-10.

Respecto a los conductores, esta ITC dice:

- Su número 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.
- Cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas.
- No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

- 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 cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.
- Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. 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 0,6/1 kV.
- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
- Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción. 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.

En este proyecto hay 31 derivaciones individuales:

- Correspondientes a viviendas: 20 (monofásicas).
- Correspondientes a los servicios generales: 1 (trifásica).
- Correspondientes a el garaje: 1 (trifásica).
- Correspondientes a los locales: 9 (monofásicas).

Los conductos cerrados de obra de fábrica para las secciones verticales serán de dos filas, y de acuerdo con lo expuesto en la ITC en la Tabla 3, profundidad de

$P=0,30\text{m}$ y anchura de $L=0,95\text{m}$, con tapas de registro dispuestas tal y como se ha explicado. los tubos por los que circulen los cables deben tener como mínimo diámetro de 32mm y permitir ampliación de la sección de los conductores en un 100%.

Los conductores serán de cobre, ya que algunas empresas suministradoras no admiten el aluminio, y según el artículo 14 del REBT han de tenerse en cuenta sus normas.

Se empleará cable de tipo H07Z1-K (AS) con montaje superficial (tipo B según ITC-BT-19, Tabla 26) para todas las derivaciones, que cumple lo requerido por las normas UNE de esta ITC (concretamente, la norma UNE 211.002 [4]). Tendrá una reacción al fuego C_{ca} -s1b, d1, a1, como requiere el Reglamento Delegado [7]. Se trata de un cable de tensión asignada de 450/750V, unipolar y aislado con poliolefina Z1.

El dimensionamiento de estos conductores, para cada derivación individual, se desarrolla en el apartado 2.3. de este proyecto (en él también se explican otras directrices de la ITC-BT-15 sobre los conductores), y se adjunta a continuación la Tabla 4 con los resultados allí obtenidos:

Derivación Individual	P (W)	U* (V)	L (m)	I (A)	Nº de C.**	S _c (mm ²)	Φ _{e-t} (mm)	ΔU (V)	ΔU (%)
Servicios Generales	18.098,00	400,00	5,40	29,02	5	6,00	32,00	0,90	0,22%
Garajes	11.300,00	400,00	10,60	18,12	5	6,00	32,00	1,10	0,27%
Local A	4.800,00	230,00	12,70	21,97	3	6,00	32,00	1,94	0,84%
Local B	6.250,00	230,00	21,10	28,60	3	16,00	40,00	1,58	0,69%
Local C	5.450,00	230,00	25,40	24,94	3	16,00	40,00	1,65	0,72%
Local D	5.600,00	230,00	18,10	25,63	3	10,00	32,00	1,94	0,84%
Local E	4.600,00	230,00	10,30	21,05	3	6,00	32,00	1,51	0,66%
Local F	4.800,00	230,00	7,90	21,97	3	6,00	32,00	1,21	0,53%
Local G	6.250,00	230,00	16,20	28,60	3	10,00	32,00	1,94	0,84%
Local H	5.450,00	230,00	20,00	24,94	3	10,00	32,00	2,08	0,91%
Local I	5.600,00	230,00	12,70	25,63	3	10,00	32,00	1,36	0,59%
1-A	5.750,00	230,00	18,70	26,32	3	10,00	32,00	2,06	0,89%
1-B	5.750,00	230,00	13,50	26,32	3	10,00	32,00	1,48	0,65%
1-C	5.750,00	230,00	4,00	26,32	3	6,00	32,00	0,73	0,32%

1-D	5.750,00	230,00	9,50	26,32	3	6,00	32,00	1,74	0,76%
2-A	5.750,00	230,00	21,70	26,32	3	16,00	40,00	1,49	0,65%
2-B	5.750,00	230,00	16,50	26,32	3	10,00	32,00	1,81	0,79%
2-C	5.750,00	230,00	7,00	26,32	3	6,00	32,00	1,28	0,56%
2-D	5.750,00	230,00	12,50	26,32	3	10,00	32,00	1,37	0,60%
3-A	5.750,00	230,00	24,50	26,32	3	16,00	40,00	1,68	0,73%
3-B	5.750,00	230,00	19,30	26,32	3	10,00	32,00	2,12	0,92%
3-C	5.750,00	230,00	9,80	26,32	3	6,00	32,00	1,80	0,78%
3-D	5.750,00	230,00	15,30	26,32	3	10,00	32,00	1,68	0,73%
4-A	5.750,00	230,00	27,40	26,32	3	16,00	40,00	1,88	0,82%
4-B	5.750,00	230,00	22,20	26,32	3	16,00	40,00	1,53	0,66%
4-C	5.750,00	230,00	12,70	26,32	3	10,00	32,00	1,40	0,61%
4-D	5.750,00	230,00	18,20	26,32	3	10,00	32,00	2,00	0,87%
5-A	5.750,00	230,00	28,90	26,32	3	16,00	32,00	1,99	0,86%
5-B	5.750,00	230,00	24,70	26,32	3	16,00	40,00	1,70	0,74%
5-C	5.750,00	230,00	15,50	26,32	3	10,00	32,00	1,70	0,74%
5-D	5.750,00	230,00	19,50	26,32	3	10,00	32,00	2,14	0,93%

Tabla 4. Dimensiones de las derivaciones individuales.

* Tensión de línea en caso de suministro trifásico (cuando dice 5 conductores).

** N° de conductores: Cuando dice 5 conductores, el suministro es trifásico y dichos conductores son las tres fases, el neutro y el cable de protección. Cuando dice 3 conductores, es monofásico y dichos conductores son la fase, el neutro y el cable de protección.

Con:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- N° de C: Número de conductores.
- S_c: Sección de cada conductor (mm²). Igual sección fases, neutro y protector.
- Φ_{e-t}: Diámetro exterior de los tubos (mm).
- ΔU: Máxima caída de tensión admisible (V).
- ΔU(%): Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).

1.8.3.5. Dispositivos generales e individuales de mando y protección e Interruptor de control de potencia (DGMP e ICP)

De acuerdo con la ITC-BT-17, los dispositivos generales de mando y protección (DGMP):

- 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 el interruptor de control de potencia (ICP), 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 (DGMP).
- 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 los locales destinados a actividades industriales o comerciales, deberán 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.
- En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.
- 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 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo. Se ilustra en la Fig. 7 de la Guía del REBT [4].

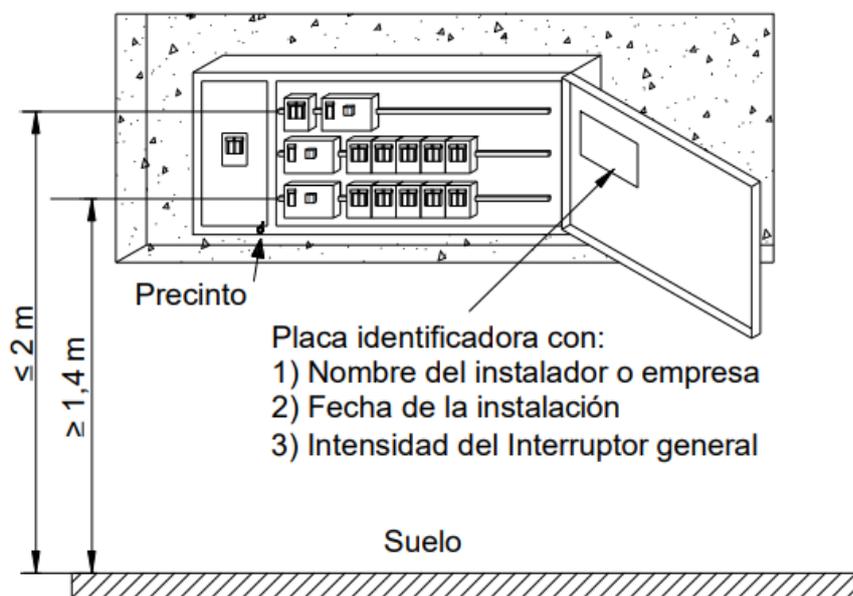


Fig. 7. Instalación de los DGMP [4].

Respecto a la composición y características de los cuadros, la misma ITC dice lo siguiente:

- 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 [Actualmente UNE-EN 60.670-1] y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 [Actualmente UNE-EN 60.529] e IK07 según UNE-EN 50.102.
- La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

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

- Un interruptor general automático (IGA) (magnetotérmico) 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 y tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500A como mínimo.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar (o PIAs, Pequeño Interruptor Automático), destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.

Todos los dispositivos tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

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

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

Sobre el Interruptor de Control de Potencia (ICP) la Guía del REBT [4] dice que se utiliza, como es el caso de este proyecto, para suministros de baja tensión y hasta una intensidad de 63 A. Sirve para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada. El ICP deberá estar acompañado en todo caso de un interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar, ya que no puede considerarse como elemento de protección y de desconexión de la

instalación. Se colocará en una caja independiente y precintable que se situará próxima a la entrada de la vivienda e inmediatamente antes del Cuadro General de Mando y Protección. Puede estar unida al mismo o separada.

En este proyecto, el ICP se situará en una caja unida al Cuadro General de Mando y Protección. Los dispositivos de esta ITC quedarán dispuestos, para cada derivación, como se muestra en la Fig. 8. El número de circuitos (y por tanto de PIAs) puede variar en las distintas derivaciones.

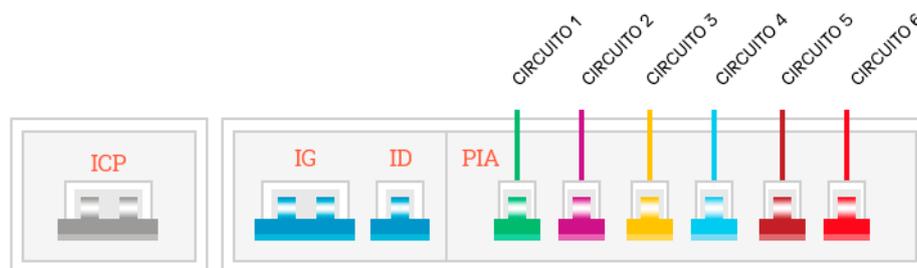


Fig. 8. Disposición del ICP y los DGMP

En el edificio que se proyecta, los interruptores de control de potencia (ICP) y los dispositivos generales de mando y protección (DGMP) se situarán en las viviendas en la misma entrada, en los locales comerciales al lado de la puerta de entrada principal, para los servicios generales justo antes de la escalera de subida a la primera planta (al lado de la entrada), y en el garaje al lado de la escalera de subida al portal. El dimensionamiento se realizará más adelante, en los apartados correspondientes.

1.8.4. Instalación eléctrica de las viviendas

De acuerdo con la ICT-BT-25, subapartado 2.3.1, los tipos de circuitos independientes para un edificio de viviendas con electrificación básica, como el que se estudia, serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno

de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos:

- 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 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.

Los cuatro tipos de viviendas que existen en el edificio que se proyecta constan de esos cinco circuitos, si bien serán distintos en cada tipo. Todos los circuitos partirán del cuadro general de mando y protección localizado al lado de la entrada del portal, y se extenderán hasta donde se encuentren las cargas que alimentan. La disposición de los conductores se encuentra trazada en los planos 20 a 23, del capítulo 3 referente a los planos. Las protecciones de cada circuito se especifican en el subapartado 2.5.3.

Esta misma ITC, en su apartado 3, establece que los conductores serán de cobre y su sección será como mínimo la indicada en la Tabla 1, 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. 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 límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Otras directrices que da esta ITC y que deben cumplirse, son:

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Las tomas de corriente de una misma habitación tienen que estar conectadas a la misma fase.
- Las cubiertas, tapas o envolventes etc. de aparatos tales como: interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en locales húmedos o mojados como cocinas o baños, serán de material aislante.

Por lo tanto, los conductores serán de cobre y emplearán cable tipo H07V-K, que permiten una fácil instalación dada su flexibilidad. Están aceptados por el REBT al cumplir con la norma UNE-EN 50525. Están hechos de PVC y son de tensión asignada 450/750V, no propagadores de llama y puede soportar de manera continuada una temperatura de 70°C [8]. Además, según el Reglamento Delegado 2016/364 [7], los cables serán de la clase de reacción al fuego C_{ca}-s1b, d1, a1 [7].

La instalación será, para todos los circuitos de los cuatro tipos de vivienda, de empotramiento en pared (tipo B según ITC-BT-19, Tabla 26). Se adjuntan a continuación los resultados del dimensionamiento de los circuitos, realizado en el capítulo referente a cálculos.

Vivienda de 4 habitaciones, Tabla 5:

Circuito	Potencia por toma (W)	F _s	F _u	Nº de tomas máximo permitido	Nº real de tomas	Potencia del circuito (W)	L (m)	Tipo de toma	S _c (mm ²)	Φ _{e-t} (mm)
C1	200	0,75	0,5	30	13	975	50	Punto Luz	1,5	16
C2	3450	0,2	0,25	20	11	1897,5	40	Base 16A+2pT	2,5	20
C3	5400	0,5	0,75	2	2	4050	8,4	Base 25A+2pT	6	25
C4	3450	0,66	0,75	3	2	3415,5	10,5	Base 16A+2pT	4	20
C5	3450	0,4	0,5	6	4	2760	15	Base 16A+2pT	2,5	20

Tabla 5. Dimensiones del conductor de la vivienda de 4 habitaciones.

Vivienda de 3 habitaciones, Tabla 6:

Circuito	Potencia por toma (W)	F_s	F_u	Nº de tomas máximo permitido	Nº real de tomas	Potencia del circuito (W)	L (m)	Tipo de toma	S_c (mm ²)	Φ_{e-t} (mm)
C1	200	0,75	0,5	30	11	825	31	Punto Luz	1,5	16
C2	3450	0,2	0,25	20	7	1207,5	19,7	Base 16A+2pT	2,5	20
C3	5400	0,5	0,75	2	2	4050	5,5	Base 25A+2pT	6	25
C4	3450	0,66	0,75	3	2	3415,5	3,4	Base 16A+2pT	4	20
C5	3450	0,4	0,5	6	3	2070	10,8	Base 16A+2pT	2,5	20

Tabla 6. Dimensiones del conductor de la vivienda de 3 habitaciones.

Ático de 2 habitaciones, Tabla 7:

Circuito	Potencia por toma (W)	F_s	F_u	Nº de tomas máximo permitido	Nº real de tomas	Potencia del circuito (W)	L (m)	Tipo de toma	S_c (mm ²)	Φ_{e-t} (mm)
C1	200	0,75	0,5	30	15	1125	43	Punto Luz	1,5	16
C2	3450	0,2	0,25	20	7	1207,5	34,4	Base 16A+2pT	2,5	20
C3	5400	0,5	0,75	2	2	4050	18,7	Base 25A+2pT	6	25
C4	3450	0,66	0,75	3	2	3415,5	14,22	Base 16A+2pT	4	20
C5	3450	0,4	0,5	6	3	2070	14,4	Base 16A+2pT	2,5	20

Tabla 7. Dimensiones del conductor de la áticos de 2 habitaciones.

Ático de una habitaciones, Tabla 8:

Circuito	Potencia por toma (W)	F_s	F_u	Nº de tomas máximo permitido	Nº real de tomas	Potencia del circuito (W)	L (m)	Tipo de toma	S_c (mm ²)	Φ_{e-t} (mm)
C1	200	0,75	0,5	30	13	975	32,4	Punto Luz	1,5	16
C2	3450	0,2	0,25	20	6	1035	34,4	Base 16A+2pT	2,5	20
C3	5400	0,5	0,75	2	2	4050	11,2	Base 25A+2pT	6	25
C4	3450	0,66	0,75	3	2	3415,5	11,58	Base 16A+2pT	4	20
C5	3450	0,4	0,5	6	2	1380	12,3	Base 16A+2pT	2,5	20

Tabla 8. Dimensiones del conductor de la áticos de una habitación.

Estas tablas están basadas la Tabla 9 de la ITC-BT-25, donde se explica qué es cada columna y cada valor:

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma – W	Factor simultaneidad – Fs	Factor utilización – Fu	Tipo de toma – (7)	Interruptor automático – A	Máximo n.º 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 ⁽⁹⁾ .	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general.	3.450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T.	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno.	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T.	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.	3.450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾ .	20	3	4 ⁽⁸⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina.	3.450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T.	16	6	2,5	20
C ₈ Calefacción.	(2)	–	–	–	25	–	6	25
C ₉ Aire acondicionado.	(2)	–	–	–	25	–	6	25
C ₁₀ Secadora.	3.450	1	0,75	Base 16 A 2p+T.	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización.	(4)	–	–	–	10	–	1,5	16
C ₁₃ Recarga del vehículo eléctrico.	(10)	1	1	(10)	(10)	3	2,5	20

(1) La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.

(2) La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W.

(3) Diámetros externos según ITC-BT-19.

(4) La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W.

(5) Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación.

(6) En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm² que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm².

(7) Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.

(8) Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.

(9) El punto de luz incluirá conductor de protección.

(10) La potencia prevista por toma, los tipos de bases de toma de corriente y la intensidad asignada del interruptor automático para el circuito C₁₃ se especifican en la ITC-BT-52.

Tabla 9. Norma de las tablas de dimensionamiento.

Además, de acuerdo con la ITC-BT-27, para estos locales se tendrán en cuenta los volúmenes definidos en dicha ITC apartado 2.1 y apartado 4. En lo referente a la elección e instalación de los materiales eléctricos, se atenderá a lo prescrito en dicha ITC-BT-27, apartado 2.3: Todos los puntos de luz y tomas de corriente instalados en los baños irán conectados a tierra.

1.8.5. Instalación eléctrica de los servicios generales

Los servicios generales están formados por los siguientes circuitos, todos monofásicos excepto el correspondiente a los ascensores, que será trifásico:

- C1: Ascensores (Único circuito con suministro trifásico).
- C2: Portero automático.
- C3: Tomas de corriente en espacios comunes.
- C4: Alumbrado de portal.
- C5: Alumbrado de la caja de escalera.
- C6: Alumbrado de los pasillos de cada planta.
- C7: Alumbrado del cuarto de contadores.
- C8: Alumbrado de los cuartos comunitarios 1 y 2.

Todos los circuitos partirán del cuadro general de mando y protección localizado al lado de la entrada del portal, y se extenderán hasta donde se encuentren las cargas que alimentan. La disposición de los conductores se encuentra trazada en los planos 17 a 19, del capítulo 3 referente a los planos.

Los conductores serán de cobre y emplearán cable tipo RZ1-K (AS), de XPLE y que como se explicó en el subapartado 1.8.3.2, es de tensión asignada 0,6/1kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierto de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), que puede soportar de manera continuada una temperatura de 90°C [6]. Además, según el Reglamento Delegado 2016/364 [7], los cables serán de la clase de reacción al fuego C_{ca} -s1b, d1, a1 [7].

La instalación será, para todos los circuitos, con una canalización fija en superficie (tipo B según ITC-BT-19, Tabla 26) de acuerdo con la Tabla 10 de la ITC-BT-21,

subapartado 1.2, referente a los conductores y tubos en instalaciones interiores o receptoras. Además, de acuerdo con la ITC-BT-19, subapartado 2.2.2, la caída de tensión para alumbrado puede ser como máximo del 3%, y del 5% para demás usos. Se adjunta a continuación dicha Tabla 10:

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	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	–
185	50	63	75	–	–
240	50	75	–	–	–

Tabla 10. Canalización fija en superficie: Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir [3].

A partir del dimensionamiento de los circuitos del garaje, realizado en el capítulo de cálculos, se seleccionan las dimensiones definitivas de los conductores de cada circuito. Se adjuntan a continuación en la Tabla 11 con los resultados finales:

Circuito	P (W)	U* (V)	L (m)	I (A)	Nº de Conductores*	S _{fase} (mm ²)	Φ _{e-t} (mm)	ΔU (V)	ΔU (%)
C1	9.000,00	400,00	23,50	14,43	5,00	1,50	16,00	7,75	1,94%
C2	50,00	230,00	1,50	0,23	3,00	1,50	16,00	0,01	0,00%
C3	6.900,00	230,00	14,60	31,58	3,00	4,00	20,00	4,81	2,09%
C4	112,00	230,00	5,60	0,51	3,00	1,50	16,00	0,08	0,03%
C5	132,00	230,00	59,00	0,60	3,00	1,50	16,00	0,99	0,43%
C6	1.700,00	230,00	77,20	7,78	3,00	4,00	20,00	6,27	2,73%
C7	48,00	230,00	7,00	0,22	3,00	1,50	16,00	0,04	0,02%
C8	156,00	230,00	20,00	0,71	3,00	1,50	16,00	0,40	0,17%

Tabla 11. Dimensiones finales de los circuitos de los servicios generales.

* Tensión de línea en caso de suministro trifásico (cuando dice 5 conductores).

** Nº de conductores: Cuando dice 5 conductores, el suministro es trifásico y dichos conductores son las tres fases, el neutro y el cable de protección. Cuando dice 3

conductores, es monofásico y dichos conductores son la fase, el neutro y el cable de protección.

Con:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- N° de C: Número de conductores.
- S_c: Sección de cada conductor (mm²). Igual sección fases, neutro y protector.
- Φ_{e-t}: Diámetro exterior de los tubos (mm).
- ΔU: Máxima caída de tensión admisible (V).
- ΔU(%): Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).

1.8.6. Instalación eléctrica de los locales comerciales

Como se explicó en el subapartado 1.8.1.2, no se conoce la previsión real de carga de ningún local, por lo que simplemente se proyectan las derivaciones individuales hasta el cuadro general de mando y protección, en el subapartado 1.8.3.4. del presente proyecto. La previsión de carga se aproxima en el subapartado 2.1.3 según lo dispuesto en la ITC-BT-10.

1.8.7. Instalación eléctrica del garaje

El garaje, localizado en la planta subterránea, de acuerdo con la según la ITC-BT-28, subapartado 3.1.1, [4] se considerará un lugar de pública concurrencia, por ser un estacionamiento cerrado para más de 5 vehículos, y local con peligro de incendio y explosión de clase I según la ICT-BT-29.

Como se explica en el subapartado 2.1.4, la ITC-BT-10 requiere que se haga un estudio específico de las cargas en el garaje, que se a continuación se adjunta en la Tabla 12. Los consumos han sido tomados al alza, según soluciones comerciales, que pueden verse en la referencia que tiene cada carga.

	Uds.	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)
Motores de los portones [9].	2	800,00	1.600,00
Ventilación [10].	2	550,00	1.100,00
Alumbrado [11].	16	36,00	576,00
Alumbrado de emergencia [12].	11	6,00	66,00
Sistema de detección de CO [13].	1	115,00	115,00
Sistema de detección de incendios [14].	1	80,00	80,00
Tomas de corriente.	2	3.450,00	6.900,00
Total			10.437,00

Tabla 12. Estudio de las cargas del garaje.

Se observa que la potencia es solo ligeramente inferior a la prevista en el subapartado 2.1.4, que era de 11.300W, por lo que dicha previsión y sus cálculos dependientes se dan por válidos.

El garaje se encuentra formado por los siguientes circuitos, todos monofásicos excepto los correspondientes a la ventilación y los motores de las puertas, que serán trifásicos:

- C1: Motores de los portones.
- C2: Ventilación.
- C3: Alumbrado.
- C4: Alumbrado de emergencia.
- C5: Sistema de detección de monóxido de carbono.
- C6: Sistema de detección de incendios.
- C7: Tomas de corriente.

Todos los circuitos partirán del cuadro general de mando y protección localizado al lado de la escalera que sube al portal, y se extenderán hasta donde se encuentren las cargas que alimentan. La disposición de los conductores se encuentra trazada en el plano 16, del capítulo 3 referente a los planos.

Los conductores serán de cobre y tensión asignada 0,6/1kV. Como se ha mencionado, el garaje se considera local es de pública concurrencia y con riesgo de explosión e incendio, por lo que se empleará un cable preparado para ello,

concretamente el tipo RZ1-K (AS+), cuyo aislamiento está formado por un encintado especial de mica sobre el conductor y, por encima de ésta, una capa de XLPE. Si se quema el XLPE, la cinta de mica pasa a comportarse como capa aislante debido a su gran resistencia dieléctrica. Además, tiene una gran resistencia al fuego, superior a los 950°C [15]. Este tipo de cable viene descrito en la norma UNE-EN 50200 [16]. Además, según el Reglamento Delegado 2016/364 [7], los cables serán de la clase de reacción al fuego C_{ca} -s1b, d1, a1 [7]. Este cable se utilizará, para mayor seguridad, en todos los circuitos del garaje.

La instalación será, para todos los circuitos, con una canalización fija en superficie (tipo B según ITC-BT-19, Tabla 26) de acuerdo con la Tabla 10 de la ITC-BT-21, subapartado 1.2, referente a los conductores y tubos en instalaciones interiores o receptoras. Además, de acuerdo con la ITC-BT-19, subapartado 2.2.2, la caída de tensión para alumbrado puede ser como máximo del 3%, y del 5% para demás usos.

A partir del dimensionamiento de los circuitos del garaje, realizado en el capítulo de cálculos, se seleccionan las dimensiones definitivas de los conductores de cada circuito. Se adjuntan a continuación en la Tabla 13 con los resultados finales:

Circuito	P (W)	U* (V)	L (m)	I (A)	Nº de Conductores*	S _{fase} (mm ²)	Φ _{e-t} (mm)	ΔU (V)	ΔU (%)
C1	1.600,00	400,00	43,80	2,57	5,00	1,50	16,00	2,57	0,64%
C2	1.100,00	400,00	17,60	1,76	5,00	1,50	16,00	0,82	0,20%
C3	576,00	230,00	94,20	2,64	3,00	2,50	16,00	4,15	1,80%
C4	66,00	230,00	108,30	0,30	3,00	1,50	16,00	0,91	0,40%
C5	115,00	230,00	2,50	0,53	3,00	1,50	16,00	0,04	0,02%
C6	80,00	230,00	3,50	0,37	3,00	1,50	16,00	0,04	0,02%
C7	6.900,00	230,00	5,00	31,58	3,00	4,00***	20,00	1,65	0,72%

Tabla 13. Dimensiones finales de los circuitos del garaje.

* Tensión de línea en caso de suministro trifásico (cuando dice 5 conductores).

** Nº de conductores: Cuando dice 5 conductores, el suministro es trifásico y dichos conductores son las tres fases, el neutro y el cable de protección. Cuando dice 3

conductores, es monofásico y dichos conductores son la fase, el neutro y el cable de protección.

***Redimensionado por requerimientos del subapartado 2.5.5.

Con:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- N° de C: Número de conductores.
- S_c: Sección de cada conductor (mm²). Igual sección fases, neutro y protector.
- Φ_{e-t}: Diámetro exterior de los tubos (mm).
- ΔU: Máxima caída de tensión admisible (V).
- ΔU(%): Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).

1.8.8. Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de

circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos:

- Fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas
- Interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

De acuerdo con la Guía del REBT [4], las protecciones deberán dejar permitir el paso de la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no deberán permitir que se alcance una corriente que deteriore el aislamiento del cable. Para ello debe cumplirse lo siguiente:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Ecuación 1. Relación entre las corrientes de diseño del circuito, del dispositivo de protección y la admitida por el cable.

Con:

- I_b : Corriente de diseño del circuito, según previsión de cargas.
- I_n : Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z : Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizado, según la ITC-BT-19. Ver Tabla 26 de este proyecto.

Además, la corriente que asegure la actuación del dispositivo de protección debe ser un 45% menor que la máxima que pueda soportar el cable:

$$I_2 \leq 1,45 * I_z$$

Ecuación 2. Corriente de actuación para un tiempo largo.

Con I_2 , corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo. Este valor, en el caso de interruptores automáticos domésticos o análogos [4], como es el caso de este proyecto, deberá ser: $I_2 = 1,45 * I_n$.

Para fusibles normalizados clase gG (Cartuchos fusibles para uso general, cortan intensidades de sobrecarga y cortocircuito), como los empleados en este proyecto, y para corrientes superiores a 16A, I_2 pasa a ser I_f , intensidad de funcionamiento, toma el valor: $I_f = 1,6 * I_n$.

1.8.8.1. Fusibles de seguridad de la CGP

Se emplearán fusibles como elementos protectores, dimensionados en el capítulo de cálculos y seleccionados de catálogo *df-Electric* [17]. El resultado ha sido la elección del fusible tipo NH1-315A, de 315A, y como se mencionó de clase gG. Se emplearán 3 unidades de este tipo de fusibles, para las colocar en las bases portafusibles que vienen en la CGP. Se adjunta la Fig. 9 con una imagen del tipo de fusible seleccionado.



Fig. 9. Fusible tipo NH1-315A.

1.8.8.2. Fusibles de seguridad de la CC

De acuerdo con la ITC-BT-12, debe colocarse un fusible de protección en cada derivación individual, antes de cada contador. Los fusibles han sido dimensionados en el capítulo de cálculos y seleccionados de catálogo *df-Electric* [17]. El resultado ha sido el que se adjunta a continuación en la Tabla 14:

Derivación Individual	Suministro	Unidades de fusibles	Tipo de fusible
Servicios Generales	Trifásico	3,00	NH0-32A
Garajes	Trifásico	3,00	NH0-20A
Local A	Monofásico	1,00	NH0-32A
Local B	Monofásico	1,00	NH0-32A
Local C	Monofásico	1,00	NH0-32A
Local D	Monofásico	1,00	NH0-32A
Local E	Monofásico	1,00	NH0-32A
Local F	Monofásico	1,00	NH0-32A
Local G	Monofásico	1,00	NH0-32A
Local H	Monofásico	1,00	NH0-32A
Local I	Monofásico	1,00	NH0-32A
1-A	Monofásico	1,00	NH0-32A
1-B	Monofásico	1,00	NH0-32A
1-C	Monofásico	1,00	NH0-32A
1-D	Monofásico	1,00	NH0-32A
2-A	Monofásico	1,00	NH0-32A
2-B	Monofásico	1,00	NH0-32A
2-C	Monofásico	1,00	NH0-32A
2-D	Monofásico	1,00	NH0-32A
3-A	Monofásico	1,00	NH0-32A
3-B	Monofásico	1,00	NH0-32A
3-C	Monofásico	1,00	NH0-32A
3-D	Monofásico	1,00	NH0-32A
4-A	Monofásico	1,00	NH0-32A
4-B	Monofásico	1,00	NH0-32A
4-C	Monofásico	1,00	NH0-32A
4-D	Monofásico	1,00	NH0-32A
5-A	Monofásico	1,00	NH0-32A
5-B	Monofásico	1,00	NH0-32A
5-C	Monofásico	1,00	NH0-32A
5-D	Monofásico	1,00	NH0-32A

Tabla 14. Desglose de los fusibles en la sala de contadores.

Por lo tanto, el resumen de fusibles a adquirir, en la Tabla 15:

NH0-32A	NH0-20A
32 uds.	3 uds.

Tabla 15. Resumen de los fusibles en la sala de contadores.

Se adjuntan a continuación imágenes de dichos fusibles, Fig. 10:



Fig. 10. Fusibles NH0-20A y NH0-32A.

1.8.8.3. Cuadro de viviendas

El cuadro de cada una de las 20 viviendas contará con los siguientes interruptores, dimensionados en el capítulo de cálculos (Por tanto, en total en el edificio habrá 20 unidades de cada):

- Interruptor de control de potencia (IGP) de 25A.
- Interruptor general automático (IGA) de 25A.
- Interruptor diferencial (ID) de 40A.
- Pequeños interruptores automáticos (PIAs) según Tabla 16:

MUN225A	MUN220A	MUN216A	MUN210A
20	20	40	20

Tabla 16. PIAs en las viviendas.

*Nota: En la tabla se muestra el total de todas las viviendas. Como puede observarse en el subapartado 2.5.3, se reparten equitativamente entre las 20 viviendas, como allí se muestra con más detalle. Las soluciones comerciales han sido tomadas del catálogo *Hager* [18].

1.8.8.4. Cuadro de los servicios generales

El cuadro de los servicios generales contará con los siguientes interruptores, dimensionados en el capítulo de cálculos:

- Interruptor de control de potencia (IGP) tetrapolar de 20A.
- Interruptor general automático (IGA) tetrapolar de 32A.
- Interruptor diferencial (ID) tetrapolar de 40A.
- Pequeños interruptores automáticos (PIAs) según Tabla 17.

MUN416A	MUN232A	MUN210A	MUN206A
1 ud.	1 ud.	1 ud.	5 uds.

Tabla 17. PIAs en los servicios generales.

Las soluciones comerciales han sido tomadas del catálogo *Hager* [18].

1.8.8.5. Cuadro del garaje

El cuadro del garaje, de forma análoga a los servicios generales, contará con los siguientes interruptores, dimensionados en el capítulo de cálculos:

- Interruptor de control de potencia (IGP) tetrapolar de 20A.
- Interruptor general automático (IGA) tetrapolar de 32A.
- Interruptor diferencial (ID) tetrapolar de 40A.
- Pequeños interruptores automáticos (PIAs) según Tabla 18.

MUN406A	MUN232A	MUN206A
2	1	4

Tabla 18. PIAs en el garaje.

Las soluciones comerciales han sido tomadas del catálogo *Hager* [18].

1.8.9. Corrientes de cortocircuito

De acuerdo con el Anexo III de la Guía del REBT [4], referente a las corrientes de cortocircuito, generalmente (así es en este caso) se desconoce la impedancia del circuito de alimentación de la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida), pero se admite, en caso de cortocircuito, la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios como 0,8 veces la tensión de suministro.

Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable y, además, se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida porque el Centro de Transformación está ubicado fuera del edificio.

Por tanto, podemos aplicar la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

Ecuación 3. Corriente de cortocircuito.

Con:

- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.
- U: La tensión de alimentación fase neutro (230V).
- R: La resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

El valor de R deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección (CGP) y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito. Para su cálculo, se recomienda que los conductores se encuentren a una temperatura de 20°C para obtener así el valor máximo posible de I_{cc} . Esto se desarrolla en el apartado 2.6.

De acuerdo con lo dispuesto en la Guía del REBT [4] sobre la ITC-BT-22, en el caso de los fusibles la intensidad de cortocircuito deberá ser siempre superior a la nominal a la que los fusibles alcanzan su temperatura límite (se funden cortando el suministro). En el subapartado 2.6.1. y en el 2.6.2, correspondientes a la CGP y los fusibles de los contadores, se verifica esto, concluyendo que los fusibles seleccionados son válidos.

Para las viviendas, servicios generales y garajes, la misma guía sobre la misma ITC, sobre los interruptores automáticos (IA), establece para las instalaciones domésticas

y análogas tres clases de disparo magnético (I_m) según múltiplos de la corriente asignada I_n :

- **Curva B:** $I_m = (3 \text{ a } 5) * I_n$. Protección de circuitos en los que no se producen transitorios, como generadores, cables de gran longitud, etc.
- **Curva C:** $I_m = (5 \text{ a } 10) * I_n$. Circuitos con carga mixta y en instalaciones de usos domésticos o análogos.
- **Curva D:** $I_m = (10 \text{ a } 20) * I_n$. Cuando se prevén transitorios, por ejemplo, en arranque de motores.

En la Fig. 11. Tipos de disparo de los IA domésticos y análogos. pueden observarse las mencionadas curvas.

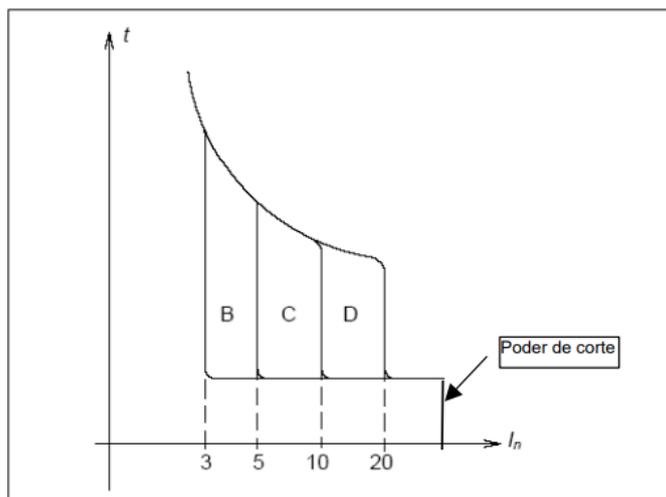


Fig. 11. Tipos de disparo de los IA domésticos y análogos.

En el apartado 2.6 se comprueban los IAs, viendo que son válidos los seleccionados.

1.9. PUESTA A TIERRA

De acuerdo con la ITC-BT-18, la puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una

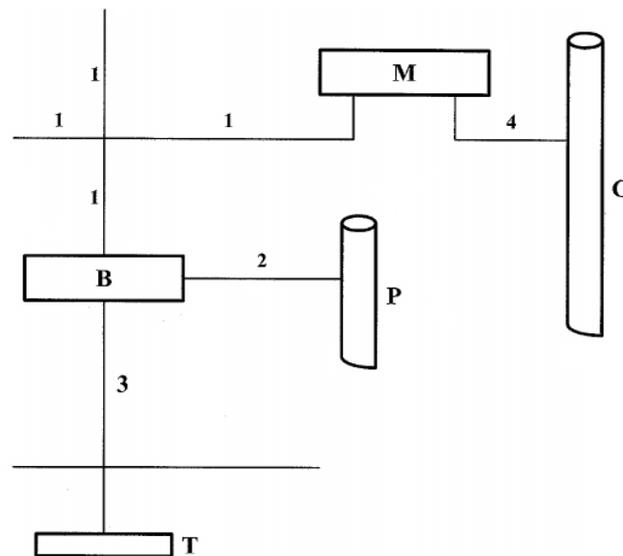
parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. Se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

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

Según la misma ITC, la elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Se adjunta a continuación en la Fig. 12 las partes de una pueta a tierra:



Leyenda

- 1 Conductor de protección.
- 2 Conductor de unión equipotencial principal.
- 3 Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
- 4 Conductor de equipotencialidad suplementaria.
- B Borne principal de tierra.
- M Masa.
- C Elemento conductor.
- P Canalización metálica principal de agua.
- T Toma de tierra.

Fig. 12. Instalación de puesta a tierra

1.9.1. Electrodo de puesta a tierra

Según la ITC-BT-26, para edificios de nueva construcción, antes de comenzar la cimentación, en el fondo de las zanjas de cimentación se instalará un cable de cobre desnudo formando un anillo enterrado que cubra todo el perímetro del edificio. A este anillo se le conectará la estructura metálica del edificio.

Se suplementa con placas o picas de cobre/acero hincadas en el terreno, en caso de ser necesaria reducir la resistencia de puesta a tierra.

La profundidad del enterramiento se tiene en cuenta desde la parte superior de la pica, y no debe ser inferior a 0,8m, en una zona con riesgo continuo de heladas. En ningún caso será inferior a 0,5m.

En este proyecto, teniendo en cuenta los cálculos realizados en el subapartado 2.7, se empleará como electrodo un conductor en anillo dispuesto horizontalmente. Para más información, acceder a dicho subapartado, y al subapartado 1.9.6 del presente apartado.

1.9.2. Conductores de tierra

Según el apartado 3.2 de la misma ITC-BT-18, la sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores de la Tabla 19. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección. No obstante, la Guía del REBT [4] recomienda que sean de cobre enterrado y desnudo, de 35mm² de sección.

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.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	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 19. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.

1.9.3. Borne de puesta a tierra

De acuerdo con la ITC-BT-18, apartado 3.3, en toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes, ilustrados en la Fig. 13:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.

- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

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.

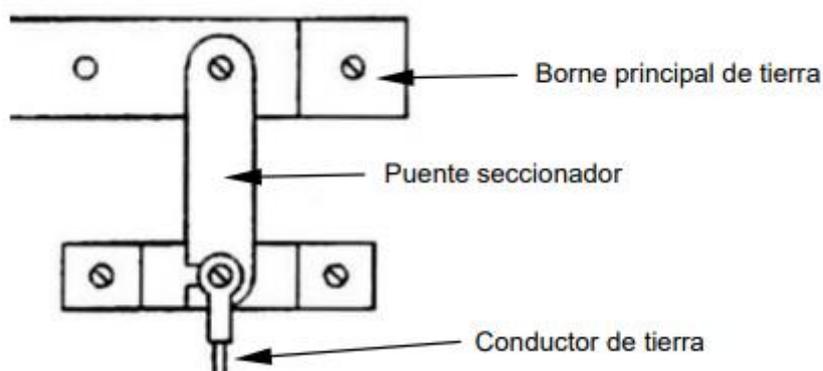


Fig. 13. Bornes de puesta a tierra.

La Guía del REBT [4] recomienda desconectar la instalación eléctrica en su origen antes de abrir el puente seccionador, para evitar que quede sin protección contra los contactos indirectos. Cuando se haya realizado la medida de la resistencia de puesta a tierra, se debe volver a conectar antes de restaurar el servicio.

1.9.4. Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra. En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red.

- A un relé de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la Tabla 20, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

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

Tabla 20. Relación entre conductores de protección y de fase.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los Conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

En base a lo expuesto, este proyecto cumple las condiciones para que los conductores de protección se colocarán en las mismas canalizaciones que los conductores de cada línea. Además, serán de cobre y su sección será igual que la de los conductores activos por ser todas estas inferiores a 16mm^2 (ver Tabla 20), y con el mismo aislamiento que los conductores de fase.

1.9.5. Conexiones equipotenciales

De acuerdo con la ITC-BT-27, en los locales con bañera o ducha, se ha de incorporar una conexión equipotencial que pueda ir unida a los conductores de protección.

Esta conexión trata de unir todas las partes metálicas en la zona del baño, para en caso de que por derivación se pusiera en tensión alguno de los elementos, todos los cercanos quedarán a la misma tensión, por lo tanto, no circulará ninguna corriente por ellos.

1.9.6. Puntos de puesta a tierra

Según la ITC-BT-26, para edificios nuevos de viviendas, los puntos o bornes de puesta a tierra serán los siguientes:

- En el local de la centralización de contadores, el cual será el borne principal de tierra.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores.
- En el punto de ubicación de la Caja General de Protección.
- En cualquier local donde se prevea la instalación de dispositivos de servicios generales o elementos en los que pueda ser necesaria su puesta a tierra.

En el proyecto que se trata, como se ha dimensionado en el capítulo de cálculos, subapartado 2.7, se empleará como electrodo un conductor enterrado horizontalmente a lo largo del perímetro del edificio, de 104,8m de longitud, de cobre y de 16mm² de sección. Se calcula además en dicho capítulo que su resistencia de tierra será de 0,95Ω.

1.10. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia es aquel previsto para ser utilizado en caso de un fallo en la alimentación del alumbrado normal.

Según la ITC-BT-28, todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia. En el presente proyecto, este es el caso del garaje, que debe de poseer alumbrado de emergencia ya que alberga a 22 vehículos.

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado, el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento:

1.10.1. Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía.

Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

1.10.1.1. Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados. En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

1.10.1.2. Alumbrado ambiente o antipánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

1.10.2. Alumbrado de reemplazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

1.10.3. Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60.598-2-22 y la norma UNE 20.392 o UNE 20.062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

El tipo de aparato autónomo para alumbrado de emergencia escogido para el presente proyecto son 11 proyectores de 2 focos, tomados del Generador de Precios.

2. CÁLCULOS

2.1. PREVISIÓN DE CARGAS

2.1.1. De las viviendas

Según la ITC-BT-10, apartado 3.1, se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la Tabla 21, tomada de la mencionada ITC, que depende del número de viviendas.

N.º 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 21. Coeficientes de simultaneidad por número de viviendas.

El número total de viviendas es de 20, y según la mencionada ITC el coeficiente de simultaneidad correspondiente (CS) es CS=14,8. Al ser las potencias máximas previstas en cada vivienda iguales y de 5.750W, la media aritmética de dichas potencias será igualmente $P_{media} = 5.750W$. De acuerdo con la mencionada ITC, la potencia de las viviendas ($P_{viviendas}$) se calcula de la siguiente manera:

$$P_{viviendas} = CS \cdot P_{media}$$

$$P_{viviendas} = 14,8 \cdot 5.750W = 85.100W$$

2.1.2. De los servicios generales

De acuerdo con la ITC-BT-10, apartado 3.2, será la suma de la potencia prevista en los ascensores, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (CS=1).

2.1.2.1. Ascensores

Se utilizarán dos ascensores tipo ITA-1, con capacidad para 400kg (5 personas) a 0,63m/s, con un consumo de 4.500W. Se adjunta a continuación la Tabla 22, ofrecida por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en su Guía Técnica de Aplicación del REBT [4], en la que se indican las capacidades y consumos más típicos de los ascensores, de acuerdo con la Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA [19].

<i>Tipo de aparato elevador</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Nº de personas</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Potencia (kW)</i>
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 22. Características típicas de los ascensores, de acuerdo con la NTE ITE-ITA. [4]

2.1.2.2. Portero Automático

Se aproxima un consumo máximo de 50W [20].

2.1.2.3. Tomas de corriente

Habrán dos tomas de corriente en los espacios comunes, una en el portal y otra en el cuarto de contadores, ambas de 16A (3.450W) [21]. En la Tabla 23 se especifica el consumo total.

2.1.2.4. Alumbrado

Para todos los espacios de uso común del edificio se utilizará fluorescencia, aproximando un consumo de 8W/m², de acuerdo con la Guía Técnica de Aplicación del REBT del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo [4]. Según la misma guía, para las cajas de escalera el consumo aproximado del alumbrado (también de fluorescencia) será de 4W/m². Se desarrolla en la Tabla 23.

2.1.2.5. Previsión total de los servicios generales

En la siguiente Tabla 23 se muestra el desglose total de la previsión de carga correspondiente a los servicios generales:

	Unidades	Previsión de carga unitaria (W)	Superficie (m ²)	Previsión de carga por superficie (W/m ²)	Previsión de carga total (W)
Alumbrado del portal	--	--	14	8	112
Alumbrado cuarto 1	--	--	13	8	104
Alumbrado cuarto 2	--	--	6,5	8	52
Alumbrado cuarto de contadores	--	--	6	8	48
Alumbrado de las plantas 1 a 5 (En conjunto)	--	--	212,5	8	1.700
Alumbrado de las cajas de escalera (en conjunto)	--	--	33	4	132

Ascensores ITA-1	2	4.500	--	--	9.000
Portero automático	1	50	--	--	50
Tomas de corriente	2	3.450	--	--	6.900
TOTAL					18.098

Tabla 23. Previsiones de carga en los servicios generales.

2.1.3. De los locales comerciales

Según la ITC-BT-10, apartado 3.3, y dado que no se conoce la previsión real de carga de ningún local, se calculará considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450W a 230V y coeficiente de simultaneidad CS=1. Se adjunta a continuación, en la Tabla 24, la previsión de carga de cada local comercial, y la total de todos los locales.

	Superficie (m ²)	Previsión con 100 (W/m ²)	Mínimo por local	Previsión de carga (W)
Local A	48	4800	3450	4800
Local B	62,5	6250	3450	6250
Local C	54,5	5450	3450	5450
Local D	56	5600	3450	5600
Local E	46	4600	3450	4600
Local F	48	4800	3450	4800
Local G	62,5	6250	3450	6250
Local H	54,5	5450	3450	5450
Local I	56	5600	3450	5600
Total				48800

Tabla 24. Previsión de carga en los locales comerciales.

2.1.4. Del garaje

De acuerdo con la ITC-BT-10, apartado 3.4, se calculará considerando un mínimo de 10W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural y de 20W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3.450W a 230V y coeficiente de simultaneidad 1. Dice además que cuando en aplicación de la NBE-CPI-96 [actualmente, CTE-DB-SI [2] y CTE-DB-HS [1]] sea necesario un sistema de ventilación forzada para la evacuación de humos de incendio, se estudiará de forma específica la previsión de cargas de los garajes. Ese caso se da en este proyecto, y dicho estudio se realiza en el subapartado 1.8.7.

La superficie total de los garajes es $S_{\text{garajes}} = 565\text{m}^2$, y la previsión de carga $P_{\text{prevista por m}^2} = 20\text{W/m}^2$, ya que se empleará ventilación forzada, como se explicó en el subapartado 1.8.1.4. del presente proyecto. Por lo tanto, según la mencionada ITC, la potencia total prevista para la ventilación en los garajes, P_{garajes} , se calcula como:

$$P_{\text{garajes}} = S_{\text{garajes}} \cdot P_{\text{prevista por m}^2}$$
$$P_{\text{garajes}} = 565\text{m}^2 \cdot 20\text{W/m}^2 = 11.300\text{W}$$

2.1.5. Totales del edificio

De acuerdo con la ITC-BT-10, apartado 3, la carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas, como es este que se proyecta, resulta de la suma de la carga correspondiente a:

- El conjunto de viviendas (P_{VIV}).
- Los servicios generales del edificio (P_{SG}).
- Los locales comerciales (P_{LC}).
- Los garajes (P_{GARAJES}).

Según el apartado 5 de dicha ITC, habría que incluir también el consumo de los puntos de recarga de vehículo eléctrico (P_{VE}), pero en este proyecto no existe ninguno.

Entonces, con lo expuesto en los puntos anteriores, la previsión de carga total (P_{TOTAL}):

$$P_{TOTAL} = P_{VIV} + P_{SG} + P_{LC} + P_{GARAJES} + P_{VE}$$

$$P_{TOTAL} = 85.100W + 18.098W + 48.800W + 11.300W + 0W = 163.298W$$

$$P_{TOTAL} = 163.298W$$

2.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

De acuerdo con la ITC-BT-14, expuesta y explicada en el subapartado 1.8.3.2. de este proyecto, se realiza el siguiente desarrollo para dimensionar la Línea General de Alimentación (LGA).

Las directrices que da la ITC sobre los conductores de la LGA son las siguientes:

- Serán de tres de fases más neutro.
- Serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados.
- Su tensión asignada será de 0,6/1 kV.
- Sección mínima de 16mm² para conductores de aluminio y 10mm² si son de cobre, uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores.

En el edificio que se estudia, los conductores que conforman la LGA tendrán una caída de tensión máxima de $\Delta U \leq 0,5\%$, ya que los contadores se encuentran totalmente centralizados (ver subapartado 1.8.3.2), y dada la naturaleza del edificio (principalmente destinado a viviendas), un factor de potencia $\cos(\varphi) = 0,9$. Los conductores serán de cobre, por lo que la sección mínima que tendrán será de 10mm². Se ha elegido el cobre debido a que algunas empresas suministradoras no admiten el aluminio, y según el artículo 14 del REBT han de tenerse en cuenta sus normas. El cobre, en las condiciones térmicas límites expuestas al final de este

subapartado, tiene una conductividad de $\sigma=45,49\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ [22]. La longitud de la LGA hasta la acometida es de unos $L=30\text{m}$.

En la Tabla 25 se muestra el dimensionamiento de la LGA, haciendo uso de las ecuaciones (Ecuación 4, Ecuación 5 y Ecuación 6), tomadas del formulario de la Guía para Baja Tensión de Benilde Bueno [22]:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U_L * \cos \varphi}$$

Ecuación 4. Cálculo de la intensidad prevista (trifásica), en función de la potencia y f.d.p. previstos, y de la tensión de línea [22].

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{U_L} * 100 ; \Delta U = \frac{U_L * \Delta U(\%)}{100}$$

Ecuación 5. Caída de tensión, tensión de línea y porcentaje de caída máxima admisible.

$$S_c = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{\Delta U * \sigma}$$

Ecuación 6. Cálculo de la sección del conductor (trifásica), en base a la previsión de intensidad y f.d.p., y a su longitud, conductividad y caída de tensión máxima admisible [22].

Con:

- P: Previsión de carga (W).
- U_L : Tensión de línea (V).
- σ : Conductividad del material conductor ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).
- $\cos(\varphi)$ ó f.d.p: Factor de potencia.
- L: Longitud de la LGA (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- S_{fase} : Sección de cada conductor de fase (mm^2).
- S_{neutro} : Sección del conductor neutro (mm^2).
- ΔU : Máxima caída de tensión admisible (V).

- $\Delta U(\%)$: Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).
- Φ_{e-t} : Diámetro exterior de los tubos (mm).

P (W)	U_L (V)	σ (m/ Ω mm ²)	cos(φ)	L (m)
163.298,000	400,000	45,490	0,900	30,000
I (A)	S_{fase} (mm ²)	S_{neutro} (mm ²)	ΔU (V)	ΔU (%)
261,889	134,616	134,616	2,000	0,5

Tabla 25. Dimensionamiento LGA.

Finalmente, en base a los resultados de la Tabla 25 y los datos de la Tabla 1, se selecciona una sección de $S_{fase}=150\text{mm}^2$ para la fase y de $S_{neutro}=70\text{mm}^2$ para el neutro, admitiendo que no se producirán desequilibrios ni armónicos importantes dada la naturaleza del equilibrio, y de acuerdo con lo dispuesto en la ITC-BT-14, apartado 3. De no ser así, la sección de las fases y del neutro serían iguales. Y también según la Tabla 1, el diámetro exterior de los tubos será $\Phi_{e-t}=160\text{mm}$.

Con estos datos, despejando ΔU de la Ecuación 6 y con la Ecuación 5, se tiene que la caída de tensión máxima real será $\Delta U=1,795\text{V}$, o del $\Delta U(\%)=0,449\%$. Este porcentaje de caída es válido al ser menor que el máximo permitido, que era del 0,5%.

Se comprueba finalmente que la intensidad prevista no excede la máxima admisible por el tipo de conductor, que según la Tabla 26 de la ITC-BT-19, para un empotramiento tipo B (material XPLE con 3 conductores activos, el neutro se considera inactivo según la ITC-BT-01) y una sección $S_{fase}=150\text{mm}^2$ será $I_{m\acute{a}x. admisible}=338\text{A}$.

$$I_{prevista} = 261,889\text{A}, I_{m\acute{a}x. admisible} = 338\text{A}, 261,889 < 338$$

Queda comprobado que la intensidad prevista no excede la máxima admisible.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR								
B		Conductores aislados en tubos ³⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
B2		Cables multiconductores en tubos ³⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
E		Cables multiconductores al aire libre ³⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ³⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾				
G		Cables unipolares separados mínimo D ³⁾								3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR			
			mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-
			70				149	160	171	188	202	224	244	321	-
			95				180	194	207	230	245	271	296	391	-
			120				208	225	240	267	284	314	348	455	-
			150				236	260	278	310	338	363	404	525	-
			185				268	297	317	354	386	415	464	601	-
			240				315	350	374	419	455	490	552	711	-
300				360	404	423	484	524	565	640	821	-			

Tabla 26. Métodos de instalación e intensidades máximas admisibles de los conductores en aire a 40°C, según la ITC-BT-19.

2.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES

La ITC-BT-15, apartado 3, establece que para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La demanda prevista por cada usuario, que será como mínimo la fijada por la ITC-BT-10 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección. A efectos de las intensidades admisibles por cada

sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la ITC-BT-19 y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la ITC-BT-07.

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

Este mismo apartado también establece que la sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando, que será de color rojo.

Para el dimensionamiento de las derivaciones, se emplean las siguientes fórmulas tomadas del formulario de la Guía para Baja Tensión de Benilde Bueno [22]:

- Ecuaciones para las derivaciones monofásicas:

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

Ecuación 7. Cálculo de la intensidad prevista (monofásica), en función de la potencia, del f.d.p. y de la tensión [22].

$$S_c = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{\Delta U * \sigma}$$

Ecuación 8. Cálculo de la sección del conductor (monofásica), en base a la previsión de intensidad y f.d.p., y a su longitud, conductividad y caída de tensión máxima admisible [22].

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{U} * 100 ; \Delta U = \frac{U * \Delta U(\%)}{100}$$

Ecuación 9. Caída de tensión, tensión y porcentaje de caída máxima admisible.

Con:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- σ : Conductividad del material conductor (m/Ωmm²).
- $\cos(\varphi)$ ó f.d.p: Factor de potencia.

- L: Longitud de la derivación (m).
 - I: Intensidad prevista (A).
 - S_c : Sección de cada conductor (mm^2).
 - ΔU : Máxima caída de tensión admisible (V).
 - $\Delta U(\%)$: Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).
 - Φ_{e-t} : Diámetro exterior de los tubos (mm).
- Ecuaciones para las derivaciones trifásicas (ya utilizadas en el dimensionamiento de la LGA): Ecuación 4, Ecuación 5 y Ecuación 6.

En base a lo dispuesto en la ITC-BT-15 y a lo detallado en el subapartado 1.8.3.4. del presente proyecto, se procede al dimensionamiento de las derivaciones individuales, enumeradas en el mencionado subapartado en la tabla Tabla 27.

El material de los conductores será cobre. La conductividad (a 90°C) será de $\sigma=45,49\text{m}/\Omega\text{mm}^2$, ya que el cable seleccionado en el apartado 1.8.3.4. es de material XPLE [4]. Al estar los contadores totalmente centralizados se tolerará una caída de tensión máxima del $\Delta U(\%)=1\%$. Se aproximará un factor de potencia de 0,95 para instalaciones monofásicas y 0,9 para trifásicas.

En los planos 12 a 15 puede observarse la disposición de cada derivación en cada planta del edificio. De estos planos, se toman los datos de longitud de cada derivación. Los interruptores de control de potencia (ICP) y los dispositivos generales de mando y protección (DGMP) se situarán en las viviendas en la misma entrada, en los locales comerciales al lado de la puerta de entrada principal, para los servicios generales justo antes de la escalera de subida a la primera planta (al lado de la entrada), y en el garaje al lado de la escalera de subida al portal.

El dimensionamiento se desarrolla a continuación, haciendo uso de los datos y ecuaciones mencionados, en la Tabla 27.

Derivación Individual	P (W)	Suministro	U* (V)	cos(ϕ)	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	S _c (mm ²)
Servicios Generales	18.098,00	Trifásico	400,00	0,90	5,40	1%	4,00	29,02	1,34
Garajes	11.300,00	Trifásico	400,00	0,90	10,60	1%	4,00	18,12	1,65
Local A	4.800,00	Monofásico	230,00	0,95	12,70	1%	2,30	21,97	5,07
Local B	6.250,00	Monofásico	230,00	0,95	21,10	1%	2,30	28,60	10,96
Local C	5.450,00	Monofásico	230,00	0,95	25,40	1%	2,30	24,94	11,51
Local D	5.600,00	Monofásico	230,00	0,95	18,10	1%	2,30	25,63	8,42
Local E	4.600,00	Monofásico	230,00	0,95	10,30	1%	2,30	21,05	3,94
Local F	4.800,00	Monofásico	230,00	0,95	7,90	1%	2,30	21,97	3,15
Local G	6.250,00	Monofásico	230,00	0,95	16,20	1%	2,30	28,60	8,41
Local H	5.450,00	Monofásico	230,00	0,95	20,00	1%	2,30	24,94	9,06
Local I	5.600,00	Monofásico	230,00	0,95	12,70	1%	2,30	25,63	5,91
1-A	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	18,70	1%	2,30	26,32	8,94
1-B	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	13,50	1%	2,30	26,32	6,45
1-C	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	4,00	1%	2,30	26,32	1,91
1-D	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	9,50	1%	2,30	26,32	4,54
2-A	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	21,70	1%	2,30	26,32	10,37
2-B	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	16,50	1%	2,30	26,32	7,89
2-C	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	7,00	1%	2,30	26,32	3,35
2-D	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	12,50	1%	2,30	26,32	5,97
3-A	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	24,50	1%	2,30	26,32	11,71
3-B	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	19,30	1%	2,30	26,32	9,22
3-C	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	9,80	1%	2,30	26,32	4,68
3-D	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	15,30	1%	2,30	26,32	7,31
4-A	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	27,40	1%	2,30	26,32	13,09
4-B	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	22,20	1%	2,30	26,32	10,61
4-C	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	12,70	1%	2,30	26,32	6,07
4-D	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	18,20	1%	2,30	26,32	8,70
5-A	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	28,90	1%	2,30	26,32	13,81
5-B	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	24,70	1%	2,30	26,32	11,80
5-C	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	15,50	1%	2,30	26,32	7,41
5-D	5.750,00	Monofásico	230,00	0,95	19,50	1%	2,30	26,32	9,32

Tabla 27. Dimensionamiento de las derivaciones individuales (DI).

*Tensión de línea en caso de suministro trifásico.

Como se ha mencionado, la ITC manda para todos los conductores una sección mínima de 6mm². En la Tabla 27 se observa que algunas secciones están por debajo de esa cifra, pero otras no. Para las que estén por debajo, por tanto, se

seleccionan los 6mm² y para los que estén por encima, el valor normalizado inmediatamente superior de acuerdo con la Tabla 28 (monofásico) y la Tabla 29 (trifásico), de la Guía del REBT [4]. La norma recomienda que en cada derivación individual todos los conductores (fases, neutro y protección) tengan la misma sección, y así lo tendrán.

También se observa que ninguna intensidad de la Tabla 27 supera por las permitidas por la ITC-BT-19, en la Tabla 26 adjunta en este proyecto.

Respecto a los diámetros exteriores, se utilizarán las mencionadas tablas, que también proporcionan esta información, y además especifica la Guía que teniendo ya en cuenta la posible ampliación en un 100% de la sección de los conductores que contempla la ITC-BT-15 del REBT.

Sección nominal conductor (mm ²)	Sección eficaz mínima canales protectoras (mm ²)			Diámetro exterior de los tubos (mm)							
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado	
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		RZ1-K	
	3U	3U	1T(*)	3U	3U	1T	3U	3U	1T	3U	1T
6	236	560	618	32	32	32	32	40	40	40	40
10	388	744	789	32	40	40	32	40	40	50	50
16	551	975	1.179	40	40	50	40	50	50	50	63
25	874	1.283	1.558	50	50	50	50	50	63	63	63
35	1.150	1.581	2.005	63	50	63	50	63	63	63	75

Nota: U: Cable unipolar
T: Cable 3 conductores
(*) Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.

Tabla 28. Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro monofásico) [4].

Sección nominal conductor (mm ²)	Sección eficaz mínima canales protectoras (mm ²)			Diámetro exterior de los tubos (mm)							
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado	
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		RZ1-K	
	5U	5U	1P(*)	5U	5U	1P	5U	5U	1P	5U	1P
6	393	933	865	32	40	40	32	50	40	50	50
10	647	1.240	1.128	40	50	50	40	50	50	63	63
16	919	1.625	1.695	50	63	63	50	63	63	63	63
25	1.457	2.139	2.304	63	63	75	63	63	75	75	90
35	1.916	2.635	3.007	63	75		75	75	75	90	90
50	2.705	3.478	4.211	75						110	110
70	3.584	4.724								125	
95	4.637	5.639								125	
120		7.272								140	
150		9.275								160	
185		10.893								180	
240		13.514								200	

Nota: U: Cable unipolar
P: Cable 5 conductores
(*) Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.

Tabla 29. Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro trifásico) [4].

El montaje será superficial para todas las derivaciones. Los diámetros definitivos, junto con el resto de las características de los conductores que se emplearán para las derivaciones individuales, se incluyen en la Tabla 4, en el subapartado 1.8.3.4.

2.4. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

2.4.1. Circuitos de las viviendas

Como se explicó en el subapartado 1.8.4, referente a las caídas máximas de tensión, se procederá al dimensionamiento de los circuitos las viviendas tomando una caída de tensión máxima del 3%.

Se supondrá un factor de potencia $\cos(\varphi)=0,95$. Para los cálculos, se tomará una temperatura límite de 70° para seleccionar la resistividad del cobre en el tipo de conductor H07V-K, de PVC, que será de $\sigma=48,47\text{m}/\Omega\text{mm}^2$. Las ecuaciones a utilizar

son, de nuevo, Ecuación 4, Ecuación 5, Ecuación 6, Ecuación 7, Ecuación 8 y Ecuación 9. Se adjuntan a continuación en las tablas de dimensionamiento:

Vivienda de 4 habitaciones, Tabla 30:

Circuito	P (W)	U (V)	cos(φ)	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	S _c (mm ²)
C1	975,00	230,00	0,95	50,00	3%	6,90	4,46	1,268
C2	1.897,50	230,00	0,95	40,00	3%	6,90	8,68	1,973
C3	4.050,00	230,00	0,95	8,40	3%	6,90	18,54	0,885
C4	3.415,50	230,00	0,95	10,50	3%	6,90	15,63	0,932
C5	2.760,00	230,00	0,95	15,00	3%	6,90	12,63	1,076

Tabla 30. Dimensionamiento de los conductores de las viviendas de 4 habitaciones.

Vivienda de 3 habitaciones, Tabla 31:

Circuito	P (W)	U (V)	cos(φ)	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	S _c (mm ²)
C1	825,00	230,00	0,95	31,00	3%	6,90	3,78	0,665
C2	1.207,50	230,00	0,95	19,70	3%	6,90	5,53	0,618
C3	4.050,00	230,00	0,95	5,50	3%	6,90	18,54	0,579
C4	3.415,50	230,00	0,95	3,40	3%	6,90	15,63	0,302
C5	2.070,00	230,00	0,95	10,80	3%	6,90	9,47	0,581

Tabla 31. Dimensionamiento de los conductores de las viviendas de 3 habitaciones.

Ático de 2 habitaciones, Tabla 32:

Circuito	P (W)	U (V)	cos(φ)	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	S _c (mm ²)
C1	1.125,00	230,00	0,95	43,00	3%	6,90	5,15	1,258
C2	1.207,50	230,00	0,95	34,40	3%	6,90	5,53	1,080
C3	4.050,00	230,00	0,95	18,70	3%	6,90	18,54	1,969
C4	3.415,50	230,00	0,95	14,22	3%	6,90	15,63	1,263
C5	2.070,00	230,00	0,95	14,40	3%	6,90	9,47	0,775

Tabla 32. Dimensionamiento de los conductores de los áticos de 2 habitaciones.

Ático de una habitaciones, Tabla 33:

Circuito	P (W)	U (V)	cos(φ)	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	Sc (mm ²)
C1	975,00	230,00	0,95	32,40	3%	6,90	4,46	0,821
C2	1.035,00	230,00	0,95	34,40	3%	6,90	4,74	0,926
C3	4.050,00	230,00	0,95	11,20	3%	6,90	18,54	1,179
C4	3.415,50	230,00	0,95	11,58	3%	6,90	15,63	1,028
C5	1.380,00	230,00	0,95	12,30	3%	6,90	6,32	0,441

Tabla 33.. Dimensionamiento de los conductores de los áticos de una habitación.

Para todas las tablas:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- cos(φ) ó f.d.p: Factor de potencia.
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- S_c: Sección de cada conductor (mm²).
- ΔU : Máxima caída de tensión admisible (V).
- ΔU (%): Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).

También se observa que ninguna intensidad de las tablas anteriores supera a las permitidas por la ITC-BT-19, en la Tabla 26 adjunta en este proyecto. Además, como se ha dimensionado para la caída de tensión límite, y luego seleccionado una sección superior, también se cumple en todo caso el estar por debajo de una caída de tensión del 3%. El dimensionamiento definitivo se obtiene al final del subapartado 1.8.4.

2.4.2. Circuitos de los servicios generales

Como se explicó en el subapartado 1.8.5, referente a las caídas máximas de tensión, se procederá al dimensionamiento de los circuitos interiores de los servicios generales tomando una caída de tensión máxima del 3% para todos los circuitos de alumbrado, y del 5% para los ascensores, portero automático y tomas de corriente.

Se supondrá un factor de potencia $\cos(\varphi)=0,95$ para el suministro monofásico y $\cos(\varphi)=0,9$ para el trifásico. La resistividad del cobre en el tipo de conductor RZ1-K (AS) empleado es de $\sigma=45,49\text{m}/\Omega\text{mm}^2$, a una temperatura límite de 90°C . Las ecuaciones a utilizar son las empleadas en el apartado 2.3, Ecuación 4, Ecuación 5, Ecuación 6, Ecuación 7, Ecuación 8 y Ecuación 9. Se adjunta a continuación en la Tabla 34 el dimensionamiento:

Circuito	P (W)	Suministro	U* (V)	cos(φ)	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	S _c (mm ²)
C1	9.000,00	Trifásico	400,00	0,90	23,50	5%	20,00	14,43	0,581
C2	50,00	Monofásico	230,00	0,95	1,50	3%	6,90	0,23	0,002
C3	6.900,00	Monofásico	230,00	0,95	14,60	3%	6,90	31,58	2,791
C4	112,00	Monofásico	230,00	0,95	5,60	3%	6,90	0,51	0,017
C5	132,00	Monofásico	230,00	0,95	59,00	3%	6,90	0,60	0,216
C6	1.700,00	Monofásico	230,00	0,95	77,20	3%	6,90	7,78	3,636
C7	48,00	Monofásico	230,00	0,95	7,00	3%	6,90	0,22	0,009
C8	156,00	Monofásico	230,00	0,95	20,00	3%	6,90	0,71	0,086

Tabla 34. Dimensionamiento de los circuitos de los servicios generales.

*Tensión de línea en caso de suministro trifásico.

Con:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- cos(φ) ó f.d.p: Factor de potencia.
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- S_c: Sección de cada conductor (mm²).
- ΔU: Máxima caída de tensión admisible (V).
- ΔU(%): Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).

También se observa que ninguna intensidad de la Tabla 34 supera por las permitidas por la ITC-BT-19, en la Tabla 26 adjunta en este proyecto. El dimensionamiento definitivo se obtiene al final del subapartado 1.8.5.

2.4.3. Circuitos del garaje

Como se explicó en el subapartado 1.8.7, referente a las caídas máximas de tensión, se procederá al dimensionamiento de los circuitos interiores del garaje tomando una caída de tensión máxima del 3% para todos el circuito de alumbrado, y del 5% para el resto.

Se supondrá un factor de potencia $\cos(\varphi)=0,95$ para el suministro monofásico y $\cos(\varphi)=0,9$ para el trifásico. Para los cálculos, se tomará una temperatura límite de 90° para seleccionar la resistividad del cobre en el tipo de conductor RZ1-K (AS+), que será nuevamente de $\sigma=45,49\text{m}/\Omega\text{mm}^2$. Las ecuaciones a utilizar son, de nuevo, Ecuación 4, Ecuación 5, Ecuación 6, Ecuación 7, Ecuación 8 y Ecuación 9. Se adjunta a continuación en la Tabla 35 el dimensionamiento:

Circuito	P (W)	Suministro	U* (V)	cos(φ)	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	S _c (mm ²)
C1	1.600,00	Trifásico	400,00	0,90	43,80	5%	20,00	2,57	0,193
C2	1.100,00	Trifásico	400,00	0,90	17,60	5%	20,00	1,76	0,053
C3	576,00	Monofásico	230,00	0,95	94,20	3%	6,90	2,64	1,503
C4	66,00	Monofásico	230,00	0,95	108,30	3%	6,90	0,30	0,198
C5	115,00	Monofásico	230,00	0,95	2,50	5%	11,50	0,53	0,005
C6	80,00	Monofásico	230,00	0,95	3,50	5%	11,50	0,37	0,005
C7	6.900,00	Monofásico	230,00	0,95	5,00	5%	11,50	31,58	0,573

Tabla 35. Dimensionamiento de los circuitos del garaje.

*Tensión de línea en caso de suministro trifásico.

Con:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- cos(φ) ó f.d.p: Factor de potencia.
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- S_c: Sección de cada conductor (mm²).
- ΔU: Máxima caída de tensión admisible (V).
- ΔU(%): Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).

También se observa que ninguna intensidad de la Tabla 35 supera por las permitidas por la ITC-BT-19, en la Tabla 26 adjunta en este proyecto. El dimensionamiento definitivo se obtiene al final del subapartado 1.8.7.

2.5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES

2.5.1. Caja General de Protección (CGP)

Con la ecuaciones y lo explicado en el subapartado 1.8.8, y los resultados de la Tabla 2 y la Tabla 25, se procede en la Tabla 36 al dimensionamiento de la protección de la CGP:

P (W)	I_b (A)	I_n (A)	I_z (A)	I_f (A)	$I_z * 1,45$ (A)	S_{fase} (mm ²)	S_{neutro} (mm ²)	Tipo de fusible
163.298,00	261,89	315,00	338,00	472,50	490,10	150,00	70,00	NH1-315A

Tabla 36. Dimensionamiento los fusibles de la CGP.

Con: I_b : Corriente de diseño del circuito, según previsión de cargas.

- I_n : Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z : Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizado, según la ITC-BT-19. Ver Tabla 26 de este proyecto.
- I_f : Corriente que asegura la actuación del fusible.

Se comprueba que en efecto $I_f \leq 1,45 * I_z$.

2.5.2. Fusibles de seguridad de la CC

Con la ecuaciones y lo explicado en el subapartado 1.8.8, y los resultados de la Tabla 4, se procede al dimensionamiento en la Tabla 37 de los fusibles de los contadores:

Derivación Individual	P (W)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _f (A)	I _z *1,45 (A)	S _{fase} (mm ²)	Tipo de fusible
Servicios Generales	18.098,00	29,02	32,00	44,00	51,20	63,80	6,00	NH0-32
Garajes	11.300,00	18,12	20,00	44,00	32,00	63,80	6,00	NH0-20
Local A	4.800,00	21,97	32,00	49,00	51,20	71,05	6,00	NH0-32
Local B	6.250,00	28,60	32,00	91,00	51,20	131,95	16,00	NH0-32
Local C	5.450,00	24,94	32,00	91,00	51,20	131,95	16,00	NH0-32
Local D	5.600,00	25,63	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
Local E	4.600,00	21,05	32,00	49,00	51,20	71,05	6,00	NH0-32
Local F	4.800,00	21,97	32,00	49,00	51,20	71,05	6,00	NH0-32
Local G	6.250,00	28,60	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
Local H	5.450,00	24,94	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
Local I	5.600,00	25,63	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
1-A	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
1-B	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
1-C	5.750,00	26,32	32,00	49,00	51,20	71,05	6,00	NH0-32
1-D	5.750,00	26,32	32,00	49,00	51,20	71,05	6,00	NH0-32
2-A	5.750,00	26,32	32,00	91,00	51,20	131,95	16,00	NH0-32
2-B	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
2-C	5.750,00	26,32	32,00	49,00	51,20	71,05	6,00	NH0-32
2-D	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
3-A	5.750,00	26,32	32,00	91,00	51,20	131,95	16,00	NH0-32
3-B	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
3-C	5.750,00	26,32	32,00	49,00	51,20	71,05	6,00	NH0-32
3-D	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
4-A	5.750,00	26,32	32,00	91,00	51,20	131,95	16,00	NH0-32
4-B	5.750,00	26,32	32,00	91,00	51,20	131,95	16,00	NH0-32
4-C	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
4-D	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
5-A	5.750,00	26,32	32,00	91,00	51,20	131,95	16,00	NH0-32
5-B	5.750,00	26,32	32,00	91,00	51,20	131,95	16,00	NH0-32
5-C	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32
5-D	5.750,00	26,32	32,00	68,00	51,20	98,60	10,00	NH0-32

Tabla 37. Dimensionamiento de los fusibles de los contadores.

Con:

- I_b: Corriente de diseño del circuito, según previsión de cargas.
- I_n: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizado, según la ITC-BT-19. Ver Tabla 26 de este proyecto.

- I_f : Corriente que asegura la actuación del fusible.

Se comprueba que en efecto $I_f \leq 1,45 * I_z$ en todo caso.

2.5.3. Cuadro de las viviendas

Con la ecuaciones y lo explicado en el subapartado 1.8.8, y las tablas de resultados del subapartado 1.8.4, se procede al dimensionamiento en las tablas siguientes de los PIAs. Es importante destacar que la corriente nominal mínima por circuito viene fijada por la ITC-BT-25, en la Tabla 9.

Vivienda de 4 habitaciones, Tabla 38:

Circuito	P (W)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I ₂ (A)	I _z *1,45 (A)	Sfase (mm ²)	PIA
C1	975,00	4,46	10,00	13,00	14,50	18,85	1,50	MUN210A
C2	1.897,50	8,68	16,00	17,50	23,20	25,38	2,50	MUN216A
C3	4.050,00	18,54	25,00	30,00	36,25	43,50	6,00	MUN225A
C4	3.415,50	15,63	20,00	23,00	29,00	33,35	4,00	MUN220A
C5	2.760,00	12,63	16,00	17,50	23,20	25,38	2,50	MUN216A

Tabla 38. Dimensionamiento de las PIAs, viviendas de 4 habitaciones.

Vivienda de 3 habitaciones, Tabla 39:

Circuito	P (W)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I ₂ (A)	I _z *1,45 (A)	Sfase (mm ²)	PIA
C1	825,00	3,78	10,00	13,00	14,50	18,85	1,50	MUN210A
C2	1.207,50	5,53	16,00	17,50	23,20	25,38	2,50	MUN216A
C3	4.050,00	18,54	25,00	30,00	36,25	43,50	6,00	MUN225A
C4	3.415,50	15,63	20,00	23,00	29,00	33,35	4,00	MUN220A
C5	2.070,00	9,47	16,00	17,50	23,20	25,38	2,50	MUN216A

Tabla 39. Dimensionamiento de las PIAs, viviendas de 3 habitaciones.

Ático de 2 habitaciones, Tabla 40:

Circuito	P (W)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I ₂ (A)	I _z *1,45 (A)	S _{fase} (mm ²)	PIA
C1	1.125,00	5,15	10,00	13,00	14,50	18,85	1,50	MUN210A
C2	1.207,50	5,53	16,00	17,50	23,20	25,38	2,50	MUN216A
C3	4.050,00	18,54	25,00	30,00	36,25	43,50	6,00	MUN225A
C4	3.415,50	15,63	20,00	23,00	29,00	33,35	4,00	MUN220A
C5	2.070,00	9,47	16,00	17,50	23,20	25,38	2,50	MUN216A

Tabla 40. Dimensionamiento de las PIAs, áticos de 2 habitaciones.

Ático de una habitación, Tabla 41:

Circuito	P (W)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I ₂ (A)	I _z *1,45 (A)	S _{fase} (mm ²)	PIA
C1	975,00	4,46	10,00	13,00	14,50	18,85	1,50	MUN210A
C2	1.035,00	4,74	16,00	17,50	23,20	25,38	2,50	MUN216A
C3	4.050,00	18,54	25,00	30,00	36,25	43,50	6,00	MUN225A
C4	3.415,50	15,63	20,00	23,00	29,00	33,35	4,00	MUN220A
C5	1.380,00	6,32	16,00	17,50	23,20	25,38	2,50	MUN216A

Tabla 41. Dimensionamiento de las PIAs, áticos de una habitación.

Con:

- I_b: Corriente de diseño del circuito, según previsión de cargas.
- I_n: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizado, según la ITC-BT-19. Ver Tabla 26 de este proyecto.
- I₂: Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo.

Se comprueba que en efecto $I_2 \leq 1,45 * I_z$ en todo caso.

2.5.4. Cuadro de los servicios generales

Con la ecuaciones y lo explicado en el subapartado 1.8.8, y los resultados de la Tabla 11, se procede al dimensionamiento en la Tabla 42 de los PIAs:

Circuito	P (W)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I ₂ (A)	I _z *1,45 (A)	Sfase (mm ²)	PIA
C1	9.000,00	14,43	16,00	18,00	23,20	26,10	1,50	MUN416A
C2	50,00	0,23	6,00	21,00	8,70	30,45	1,50	MUN206A
C3	6.900,00	31,58	32,00	38,00	46,40	55,10	4,00	MUN232A
C4	112,00	0,51	6,00	21,00	8,70	30,45	1,50	MUN206A
C5	132,00	0,60	6,00	21,00	8,70	30,45	1,50	MUN206A
C6	1.700,00	7,78	10,00	38,00	14,50	55,10	4,00	MUN210A
C7	48,00	0,22	6,00	21,00	8,70	30,45	1,50	MUN206A
C8	156,00	0,71	6,00	21,00	8,70	30,45	1,50	MUN206A

Tabla 42. Dimensionamiento de las PIAs de los servicios generales.

Con:

- I_b: Corriente de diseño del circuito, según previsión de cargas.
- I_n: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizado, según la ITC-BT-19. Ver Tabla 26 de este proyecto.
- I₂: Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo.

Se comprueba que en efecto $I_2 \leq 1,45 * I_z$ en todo caso.

2.5.5. Cuadro del garaje

Con la ecuaciones y lo explicado en el subapartado 1.8.8, y los resultados de la Tabla 13, se procede al dimensionamiento en la Tabla 43 de los PIAs:

Derivación Individual	P (W)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I ₂ (A)	I _z *1,45 (A)	S _{fase} (mm ²)	PIA
C1	1.600,00	2,57	6,00	18,00	8,70	26,10	1,50	MUN406A
C2	1.100,00	1,76	6,00	18,00	8,70	26,10	1,50	MUN406A
C3	576,00	2,64	6,00	29,00	8,70	42,05	2,50	MUN206A
C4	66,00	0,30	6,00	21,00	8,70	30,45	1,50	MUN206A
C5	115,00	0,53	6,00	21,00	8,70	30,45	1,50	MUN206A
C6	80,00	0,37	6,00	21,00	8,70	30,45	1,50	MUN206A
C7	6.900,00	31,58	32,00	38,00	46,40	55,10	4,00	MUN232A

Tabla 43. Dimensionamiento de los PIAs del garaje.

Con:

- I_b: Corriente de diseño del circuito, según previsión de cargas.
- I_n: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizado, según la ITC-BT-19. Ver Tabla 26 de este proyecto.
- I₂: Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo.

Se comprueba que en efecto $I_2 \leq 1,45 * I_z$ en todo caso. Para el C7 esto inicialmente no se cumplió, por lo que hubo que redimensionar el conductor en el subapartado 1.8.7, aumentando su sección ligeramente. Además, de acuerdo con la ITC-BT-29, en locales como este, donde existe riesgo de incendio y explosión, hay que reducir en

un 15% la intensidad admisible de los conductores. Con el cambio realizado es válido, pues se aumenta más de un 15% (inicialmente eran 1,5mm², ahora son 4mm²).

2.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para los siguientes subapartados, el procedimiento será el mismo, a partir de lo explicado en el subapartado 1.8.9, y teniendo en cuenta que la resistencia de un conductor, según la fórmula dada por el Anexo III de la Guía del REBT [4], se calcula como:

$$R = \frac{2 * L}{\sigma * S_c}$$

Ecuación 10. Resistencia de un conductor.

Con:

- S_c : Sección del conductor (mm^2).
- L : Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del conductor a 20°C ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).
- R : Resistencia (Ω).

El procedimiento será ir calculando y acumulando (sumando) las resistencias de los tramos sucesivos de la instalación, es decir, de la LGA a las DI, y de las DI a cada circuito de cada instalación. Una vez calculada, se emplea la Ecuación 3 para calcular la corriente de cortocircuito, y se comprueba que esta sea superior a la necesaria para activar la protección pertinente, fusible o interruptor diferencial. De esta manera se procede en los siguientes subapartados de este apartado.

Nota: para obtener la máxima corriente de cortocircuito, se ha utilizado la conductividad del cobre a una temperatura de 20°C , $\sigma=58\text{m}/\Omega\text{mm}^2$.

2.6.1. Corriente de cortocircuito al final de la LGA

U_L (V)	S_c (mm^2)	L (m)	σ ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$)	R_{LGA} (Ω)	I_{cc} (A)	I_n (A)
400,00	150,00	30,00	58,00	0,006897	46.400,00	315,00

Tabla 44. Corrientes de cortocircuito en la LGA.

Con:

- U_L : Tensión de línea (V).
- S_c : Sección de los conductores (mm^2).
- L : Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del conductor a 20°C ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).
- R_{LGA} : Resistencia de la LGA (Ω).
- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito (A).
- I_n : Intensidad nominal de activación de la protección (A).

La intensidad nominal a la que funde el fusible es muy inferior a la corriente de cortocircuito, por lo que el dimensionamiento hecho es válido.

2.6.2. Corriente de cortocircuito al final de las DI

Derivación Individual	U* (V)	S _c (mm ²)	L (m)	σ (m/Ωmm ²)	R _{LGA} (Ω)	R _{DI} (Ω)	R _{CGMP} (Ω)	I _{cc} (A)	I _n (A)
Servicios Generales	400,00	6,00	5,40	58,00	0,00690	0,03103	0,03793	8.436,36	32,00
Garajes	400,00	6,00	10,60	58,00	0,00690	0,06092	0,06782	4.718,64	20,00
Local A	230,00	6,00	12,70	58,00	0,00690	0,07299	0,07989	2.303,31	32,00
Local B	230,00	16,00	21,10	58,00	0,00690	0,04547	0,05237	3.513,42	32,00
Local C	230,00	16,00	25,40	58,00	0,00690	0,05474	0,06164	2.985,17	32,00
Local D	230,00	10,00	18,10	58,00	0,00690	0,06241	0,06931	2.654,73	32,00
Local E	230,00	6,00	10,30	58,00	0,00690	0,05920	0,06609	2.784,00	32,00
Local F	230,00	6,00	7,90	58,00	0,00690	0,04540	0,05230	3.518,24	32,00
Local G	230,00	10,00	16,20	58,00	0,00690	0,05586	0,06276	2.931,87	32,00
Local H	230,00	10,00	20,00	58,00	0,00690	0,06897	0,07586	2.425,45	32,00
Local I	230,00	10,00	12,70	58,00	0,00690	0,04379	0,05069	3.629,93	32,00
1-A	230,00	10,00	18,70	58,00	0,00690	0,06448	0,07138	2.577,78	32,00
1-B	230,00	10,00	13,50	58,00	0,00690	0,04655	0,05345	3.442,58	32,00
1-C	230,00	6,00	4,00	58,00	0,00690	0,02299	0,02989	6.156,92	32,00
1-D	230,00	6,00	9,50	58,00	0,00690	0,05460	0,06149	2.992,15	32,00
2-A	230,00	16,00	21,70	58,00	0,00690	0,04677	0,05366	3.428,76	32,00
2-B	230,00	10,00	16,50	58,00	0,00690	0,05690	0,06379	2.884,32	32,00
2-C	230,00	6,00	7,00	58,00	0,00690	0,04023	0,04713	3.904,39	32,00
2-D	230,00	10,00	12,50	58,00	0,00690	0,04310	0,05000	3.680,00	32,00
3-A	230,00	16,00	24,50	58,00	0,00690	0,05280	0,05970	3.082,17	32,00
3-B	230,00	10,00	19,30	58,00	0,00690	0,06655	0,07345	2.505,16	32,00
3-C	230,00	6,00	9,80	58,00	0,00690	0,05632	0,06322	2.910,55	32,00
3-D	230,00	10,00	15,30	58,00	0,00690	0,05276	0,05966	3.084,39	32,00
4-A	230,00	16,00	27,40	58,00	0,00690	0,05905	0,06595	2.790,07	32,00
4-B	230,00	16,00	22,20	58,00	0,00690	0,04784	0,05474	3.361,26	32,00
4-C	230,00	10,00	12,70	58,00	0,00690	0,04379	0,05069	3.629,93	32,00
4-D	230,00	10,00	18,20	58,00	0,00690	0,06276	0,06966	2.641,58	32,00
5-A	230,00	16,00	28,90	58,00	0,00690	0,06228	0,06918	2.659,69	32,00
5-B	230,00	16,00	24,70	58,00	0,00690	0,05323	0,06013	3.060,07	32,00
5-C	230,00	10,00	15,50	58,00	0,00690	0,05345	0,06034	3.049,14	32,00
5-D	230,00	10,00	19,50	58,00	0,00690	0,06724	0,07414	2.481,86	32,00

Tabla 45. Corrientes de cortocircuito en las DI.

*Tensión de línea en caso de suministro trifásico.

Con:

- U^* : Tensión de fase (suministro monofásico) o de línea (suministro trifásico) (V).
- S_c : Sección de los conductores (mm^2).
- L: Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del conductor a 20°C ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).
- R_{LGA} : Resistencia de la LGA (Ω).
- R_{DI} : Resistencia de la DI (Ω).
- R_{CGMP} : Resistencia hasta cada CGMP (Ω). Suma $R_{CGMP} = R_{LGA} + R_{DI}$.
- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito (A).
- I_n : Intensidad nominal de activación de la protección (A).

La intensidad nominal a la que funden los fusibles es, para todas las derivaciones, muy inferior a la corriente de cortocircuito, por lo que el dimensionamiento hecho es válido.

2.6.3. Corriente de cortocircuito en las viviendas

Como todas las viviendas tienen los mismos sistemas de protección, se calcula solo el caso más desfavorable, esto es, el de la vivienda 1-C, que es la de menor resistencia. Si esta vivienda aguanta la corriente de cortocircuito, el resto también lo hará pues las corrientes de cortocircuito serán siempre menores que en esta. Es una vivienda es del tipo 4 habitaciones.

Circuito	U (V)	S_c (mm^2)	L (m)	σ ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$)	R_{CGMP} (Ω)	$R_{Circ.}$ (Ω)	R_{Carga} (Ω)	I_{cc} (A)	I_n (A)
C1	230,00	1,50	50,00	48,47	0,02989	1,37542	1,40531	130,93	10,00
C2	230,00	2,50	40,00	48,47	0,02989	0,66020	0,69009	266,63	16,00
C3	230,00	6,00	8,40	48,47	0,02989	0,05777	0,08766	2.099,07	25,00
C4	230,00	4,00	10,50	48,47	0,02989	0,10831	0,13820	1.331,36	20,00
C5	230,00	2,50	15,00	48,47	0,02989	0,24758	0,27747	663,14	16,00

Tabla 46. Corrientes de cortocircuito en la vivienda 1-C, más desfavorable.

Con:

- U: Tensión(V).

- S_c : Sección de los conductores (mm^2).
- L : Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del conductor ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).
- R_{CGMP} : Resistencia hasta el CGMP (Ω).
- R_{Circ} : Resistencia hasta el final de cada circuito (Ω). Suma $R_{\text{Carga}} = R_{\text{Circ.}} + R_{\text{CGMP}}$.
- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito (A).
- I_n : Intensidad nominal de activación de la protección (A).

Se emplean automáticos de curva D para el circuito del ascensor y el de las puertas, y de curva C para el resto. Las corrientes de disparo instantáneo I_m :

Tipo C:

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 25 = 250A$$

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 10 = 100A$$

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 16 = 160A$$

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 20 = 200A$$

En todos los casos son menores que las corrientes de cortocircuito, por lo que es válido (ver Tabla 48).

2.6.4. Corriente de cortocircuito en los servicios generales

Circuito	U^* (V)	S_c (mm^2)	L (m)	σ ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$)	R_{CGMP} (Ω)	$R_{\text{Circ.}}$ (Ω)	R_{Carga} (Ω)	I_{cc} (A)	I_n (A)
C1	400,00	1,50	23,50	58,00	0,03793	0,54023	0,57816	553,48	16,00
C2	230,00	1,50	1,50	58,00	0,03793	0,03448	0,07241	2.540,95	6,00
C3	230,00	4,00	14,60	58,00	0,03793	0,12586	0,16379	1.123,37	32,00
C4	230,00	1,50	5,60	58,00	0,03793	0,12874	0,16667	1.104,00	6,00
C5	230,00	1,50	59,00	58,00	0,03793	1,35632	1,39425	131,97	6,00
C6	230,00	4,00	77,20	58,00	0,03793	0,66552	0,70345	261,57	10,00
C7	230,00	1,50	7,00	58,00	0,03793	0,16092	0,19885	925,32	6,00
C8	230,00	1,50	20,00	58,00	0,03793	0,45977	0,49770	369,70	6,00

Tabla 47. Corrientes de cortocircuito en los servicios generales.

*Tensión de línea en caso de suministro trifásico.

Con:

- U^* : Tensión de fase (suministro monofásico) o de línea (suministro trifásico) (V).
- S_c : Sección de los conductores (mm^2).
- L : Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del conductor a 20°C ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).
- R_{CGMP} : Resistencia hasta el CGMP (Ω).
- R_{Circ} : Resistencia hasta el final de cada circuito (Ω). Suma $R_{\text{Carga}} = R_{\text{Circ.}} + R_{\text{CGMP}}$.
- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito (A).
- I_n : Intensidad nominal de activación de la protección (A).

Se emplean automáticos de curva D para el circuito del ascensor y el de las puertas, y de curva C para el resto. Las corrientes de disparo instantáneo I_m :

Tipo C:

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 6 = 60A$$

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 10 = 100A$$

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 16 = 160A$$

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 32 = 320A$$

En todos los casos son menores que las corrientes de cortocircuito, por lo que es válido (ver Tabla 48).

Tipo D:

$$I_m = 10 * I_n = 20 * 16 = 320A$$

Es menor que la corriente de cortocircuito, por lo que es válido (ver Tabla 48).

2.6.5. Corriente de cortocircuito en el garaje

Circuito	U* (V)	S _c (mm ²)	L (m)	σ (m/Ωmm ²)	R _{CGMP} (Ω)	R _{Circ.} (Ω)	R _{Carga} (Ω)	I _{cc} (A)	I _n (A)
C1	400,00	1,50	43,80	58,00	0,06782	1,00690	1,07471	297,75	6,00
C2	400,00	1,50	17,60	58,00	0,06782	0,40460	0,47241	677,37	6,00
C3	230,00	2,50	94,20	58,00	0,06782	1,29931	1,36713	134,59	6,00
C4	230,00	1,50	108,30	58,00	0,06782	2,48966	2,55747	71,95	6,00
C5	230,00	1,50	2,50	58,00	0,06782	0,05747	0,12529	1.468,62	6,00
C6	230,00	1,50	3,50	58,00	0,06782	0,08046	0,14828	1.240,93	6,00
C7	230,00	4,00	5,00	58,00	0,06782	0,04310	0,11092	1.658,86	32,00

Tabla 48. Corrientes de cortocircuito en los garajes.

*Tensión de línea en caso de suministro trifásico.

Con:

- U*: Tensión de fase (suministro monofásico) o de línea (suministro trifásico) (V).
- S_c: Sección de los conductores (mm²).
- L: Longitud de la línea (m).
- σ: Conductividad del conductor a 20°C (m/Ωmm²).
- R_{CGMP}: Resistencia hasta el CGMP (Ω).
- R_{Circ.}: Resistencia hasta el final de cada circuito (Ω). Suma R_{Carga} = R_{Circ.} + R_{CGMP}.
- I_{cc}: Intensidad de cortocircuito (A).
- I_n: Intensidad nominal de activación de la protección (A).

Se emplean automáticos de curva D para el circuito de ventilación y el de las puertas, y de curva C para el resto. Las corrientes de disparo instantáneo I_m:

Tipo C:

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 6 = 60A$$

$$I_m = 10 * I_n = 10 * 32 = 320A$$

En todos los casos son menores que las corrientes de cortocircuito, por lo que es válido (ver Tabla 48).

Tipo D:

$$I_m = 10 * I_n = 20 * 6 = 120A$$

En sendos ambos son menores que las corrientes de cortocircuito, por lo que es válido (ver Tabla 48).

2.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO

Siguiendo la Guía del REBT [4] en la ITC-BT-26, se procede de la siguiente manera para el cálculo de la puesta a tierra.

Conociendo que el tipo de terreno en el que se encuentra el edificio es orgánico, con arcillas y margas, que en el edificio que se proyecta no habrá pararrayos, y su perímetro es de 104,8m (y, por lo tanto, esa será además la longitud del anillo enterrado), se entra en la Tabla 49:

Terrenos orgánicos, arcillas y margas		Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas		Calizas agrietadas y rocas eruptivas		Grava y arena silícea		Nº de picas de longitud (2 metros)
sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	
25	34	28	67	54	134	162	400	0
^	30	25	63	50	130	158	396	1
	26	^	59	46	126	154	392	2
	^		55	42	122	150	388	3
			51	38	118	146	384	4
			47	34	114	142	380	5
			43	30	110	138	376	6
			39	^	106	134	372	7
			35		105	130	368	8
			^		98	126	364	9
					94	122	360	10
					74	102	340	15
					^	82	320	20
						^	280	30
							240	40
							200	50
							^	

^ aumentar la longitud de los conductores enterrados del anillo.

Σ L = longitud en planta de la conducción enterrada, en m

Tabla 49. Número de electrodos en función del terreno y la longitud del anillo.

Se observa que, con las condiciones indicadas, no es necesaria la instalación de picas, entrando con los datos en la primera columna, la longitud del anillo es muy superior a los 25m que indica la tabla.

Dice la misma Guía que la resistencia a tierra (R_T), en el caso de una instalación sin pararrayos como es esta, debería ser $R_T < 37\Omega$. Esto se comprueba según lo indicado en el apartado 9 de la ITC-BT-18, y según lo que dice la Guía del REBT sobre el mismo. El terreno, que puede encuadrarse en cultivable y fértil según la Tabla 50 de la Guía del REBT [4], tendrá un valor medio de resistividad de $\rho=50\Omega/m$.

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

Tabla 50. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo.

Entonces aplicando la siguiente ecuación:

$$R_T = 2 * \frac{\rho}{L} = 2 * \frac{50}{104,8} = 0,95\Omega$$

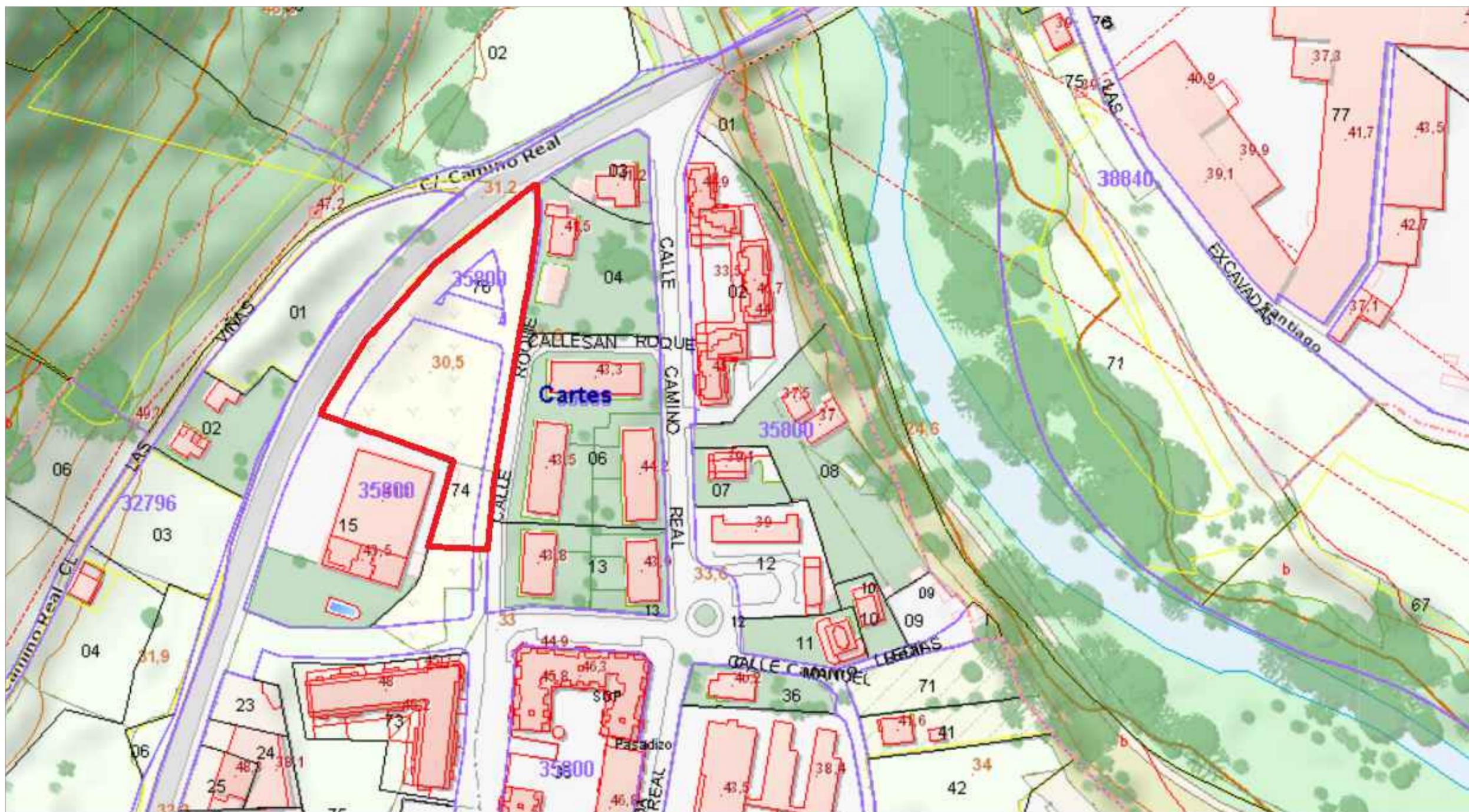
Ecuación 11. Resistencia a tierra para un conductor enterrado horizontalmente (anillo) [4].

Se obtiene un valor de R_T muy inferior a 37Ω , quedando verificado.

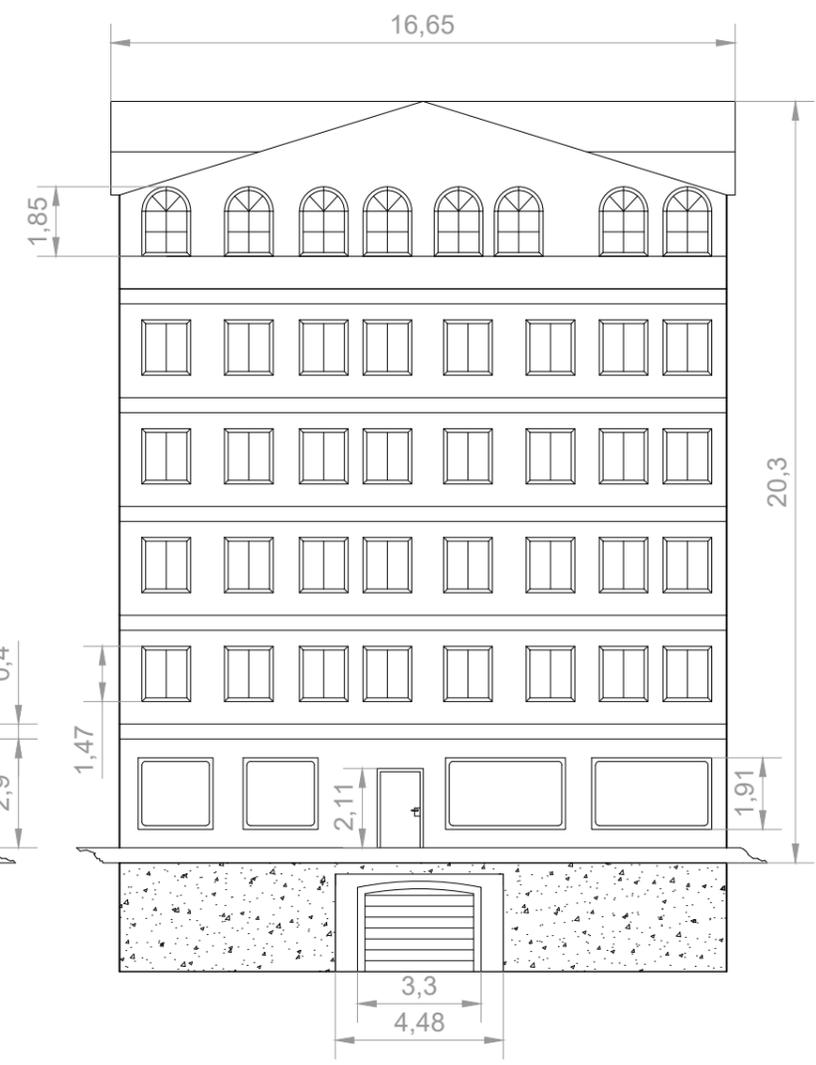
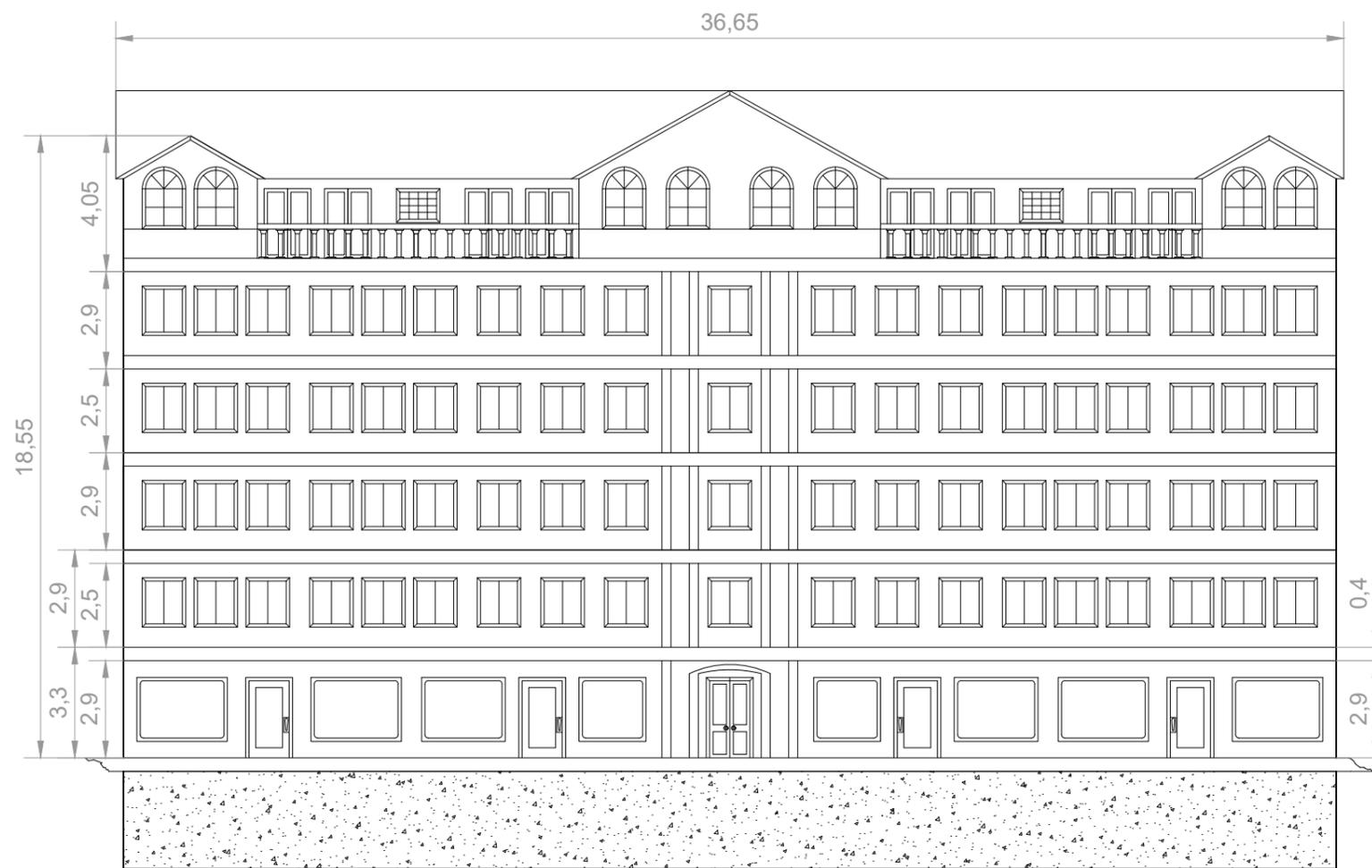
3. PLANOS



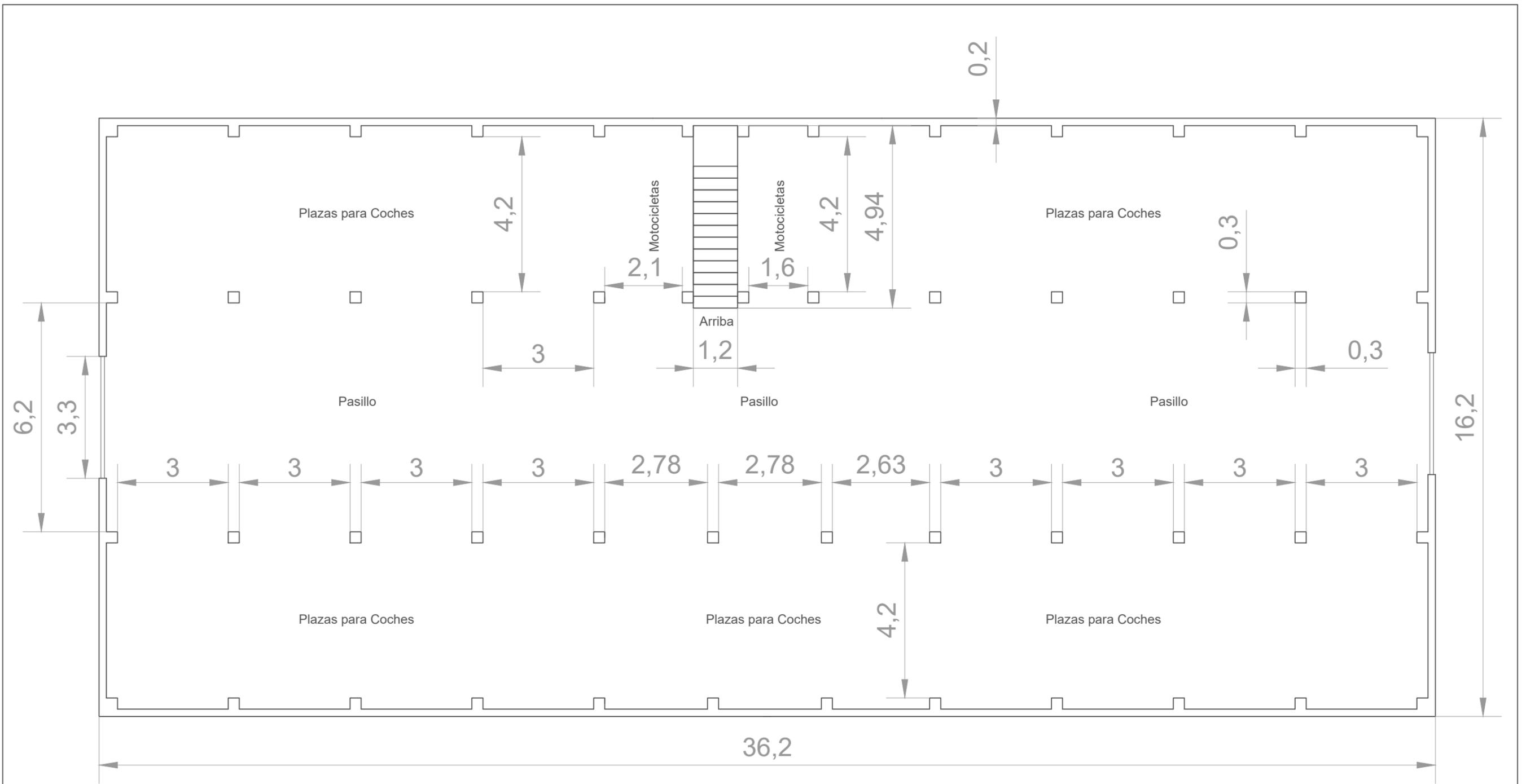
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Emplazamiento. Vista aérea (Parcela en rojo).		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1: 1.500	PLANO Nº1



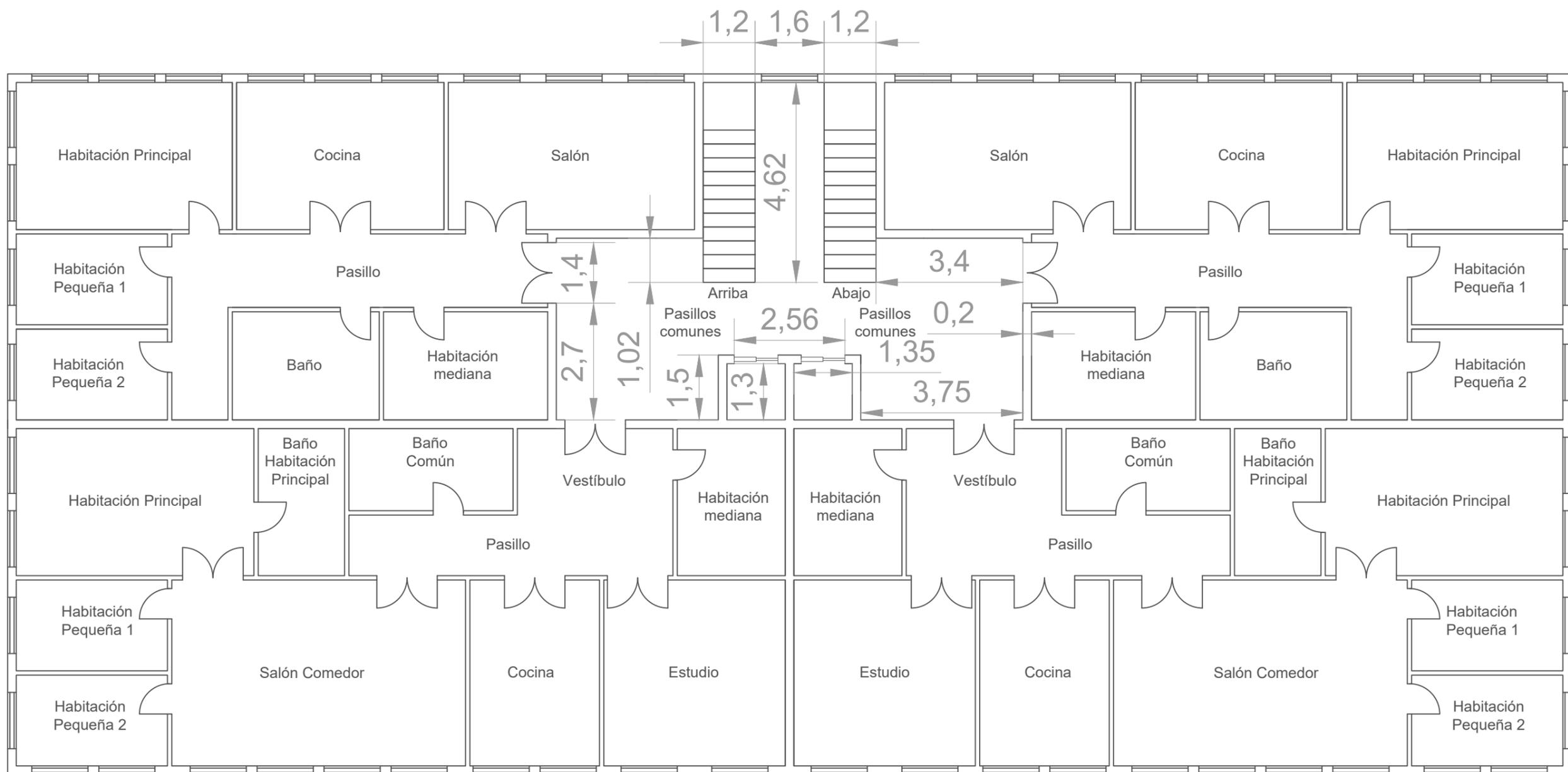
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Emplazamiento. Mapa del Catastro (Parcela en rojo).		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1: 1.500	PLANO Nº2



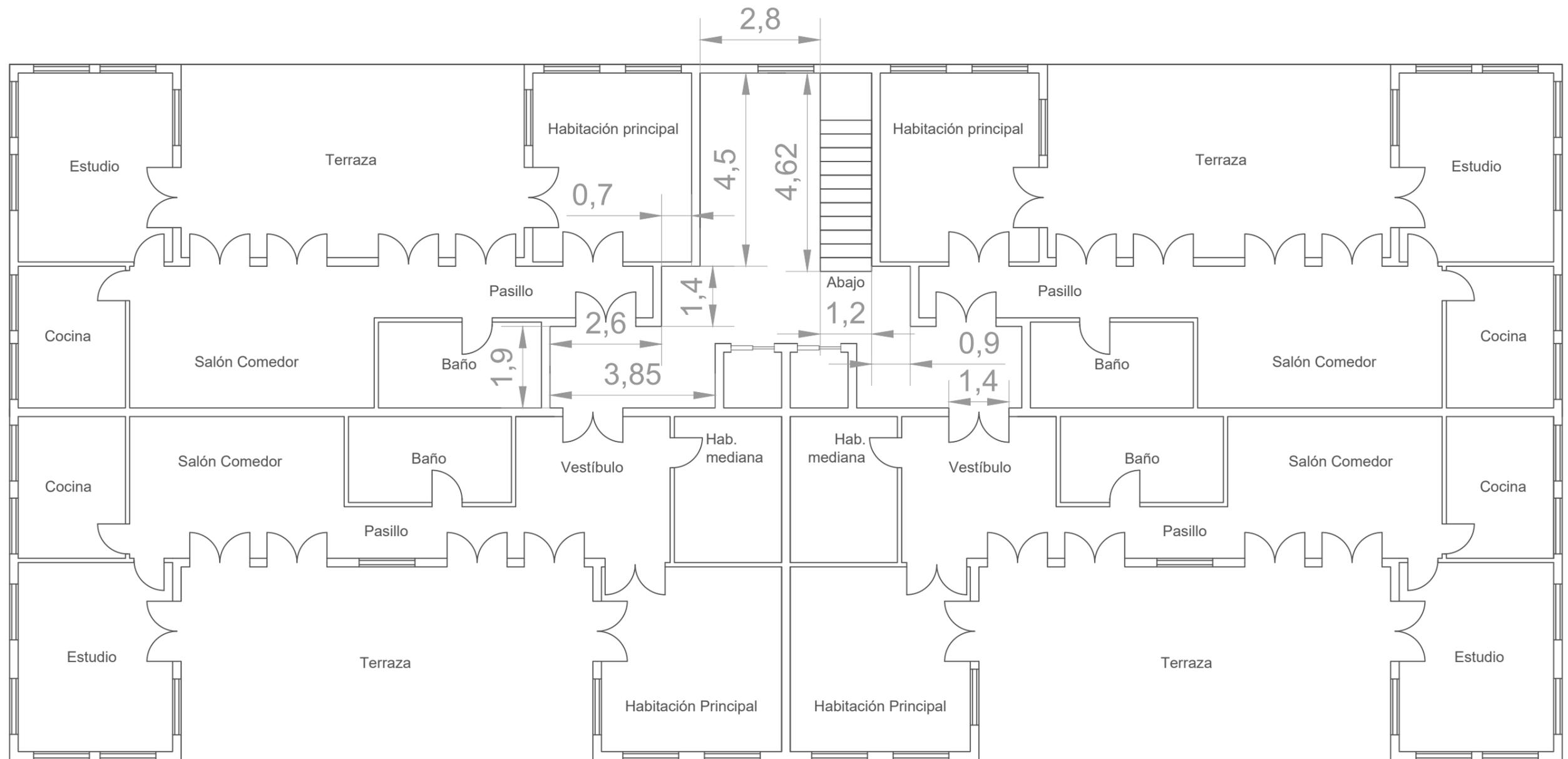
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Vistas exteriores del edificio.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:500	PLANO Nº3



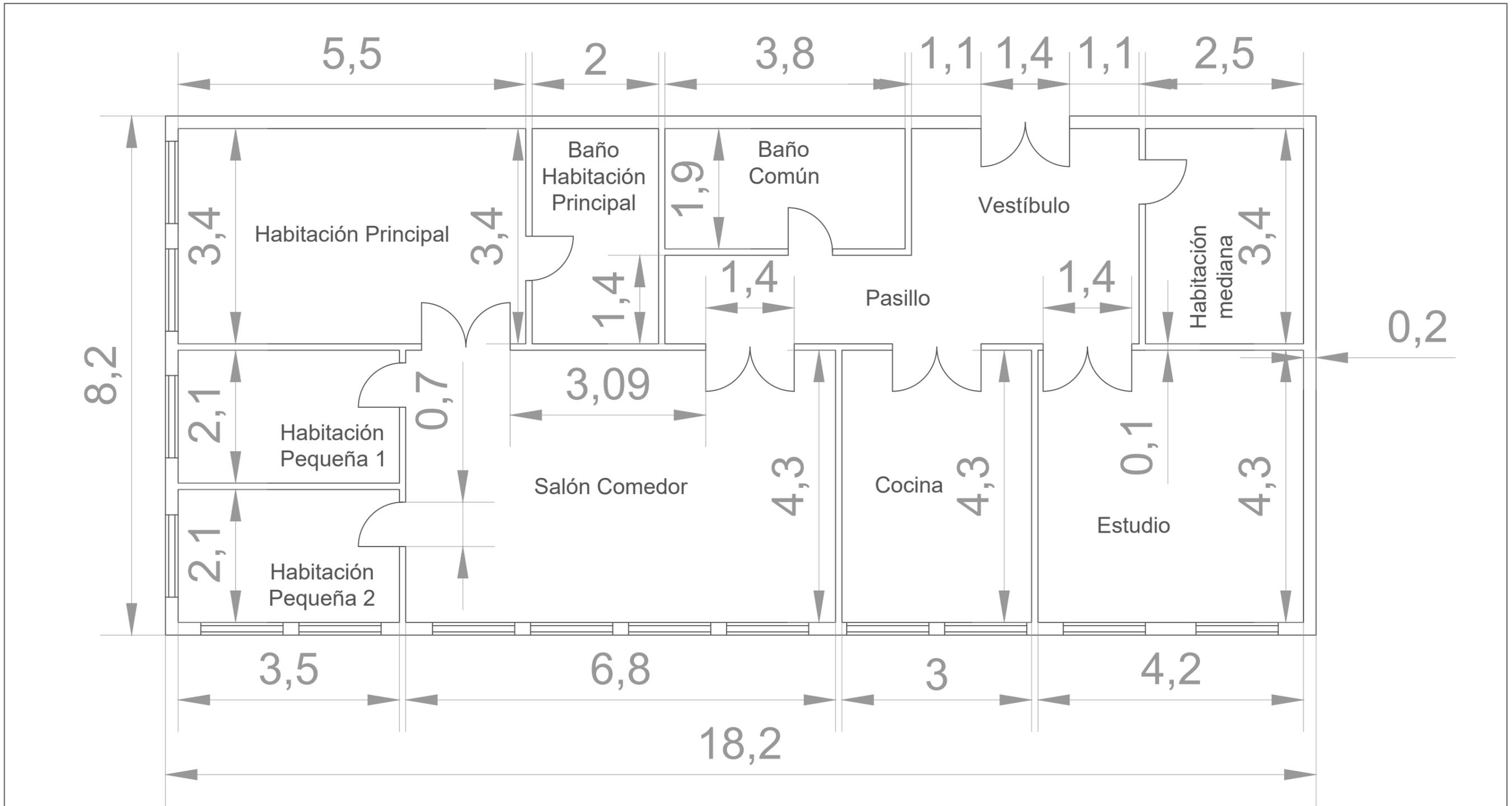
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Dimensiones del Garaje.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1: 100	PLANO Nº4



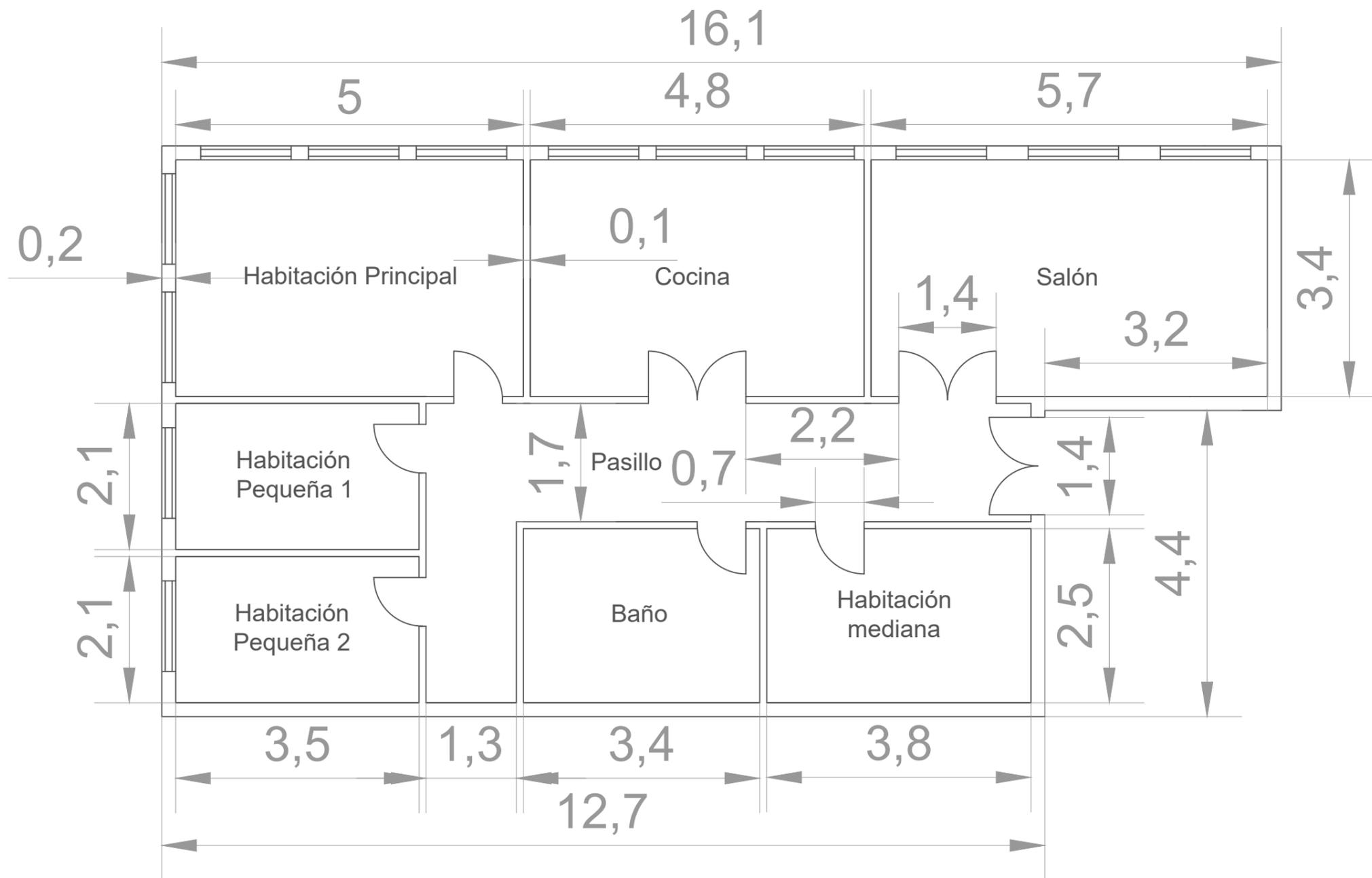
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Dimensiones de las plantas 1 a 4. Espacios comunes.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO N°6



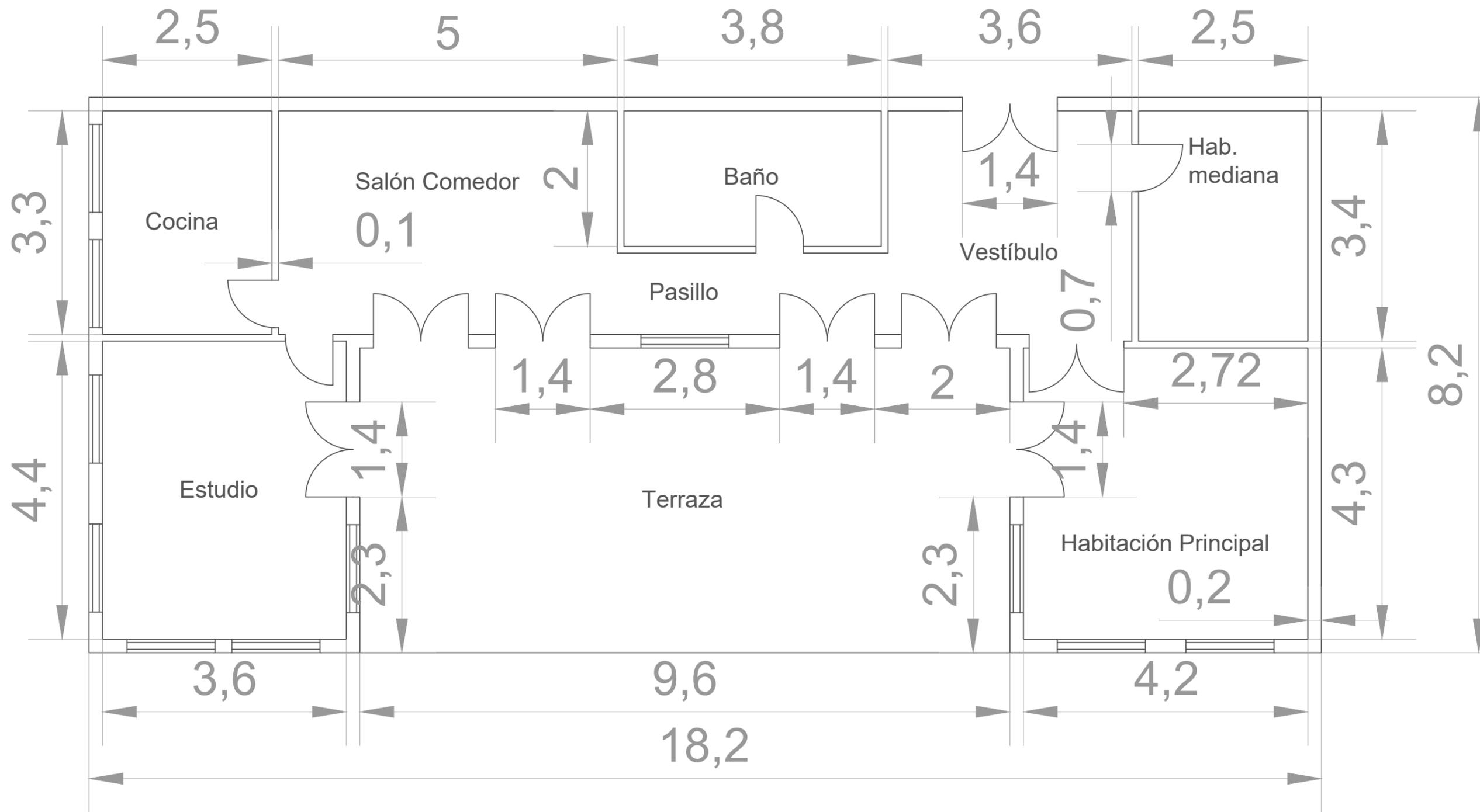
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Dimensiones de la Plana 5. Espacios comunes.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO N°7



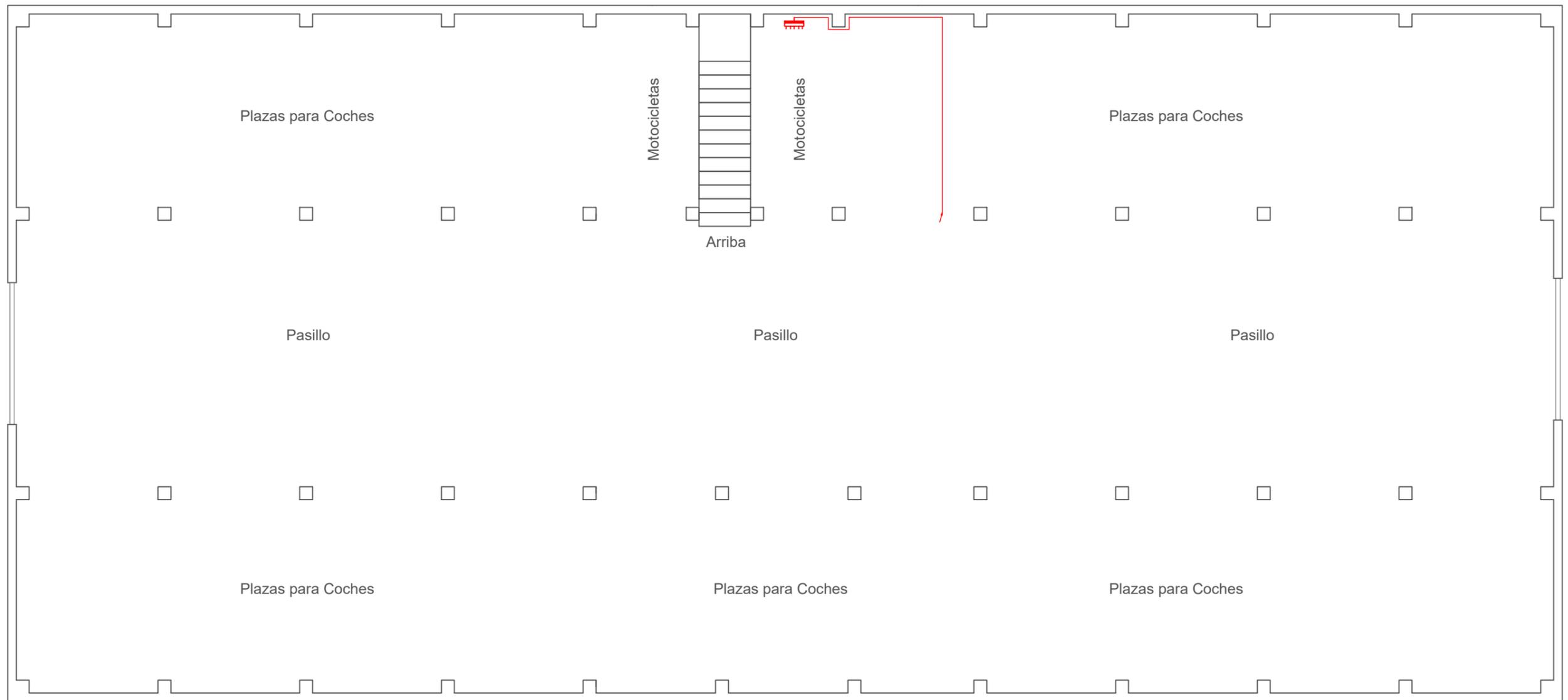
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Dimensiones de las viviendas de 4 habitaciones (Letras B y C).		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO N°8



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Dimensiones de las viviendas de 3 habitaciones (Letras A y D).		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO N°9



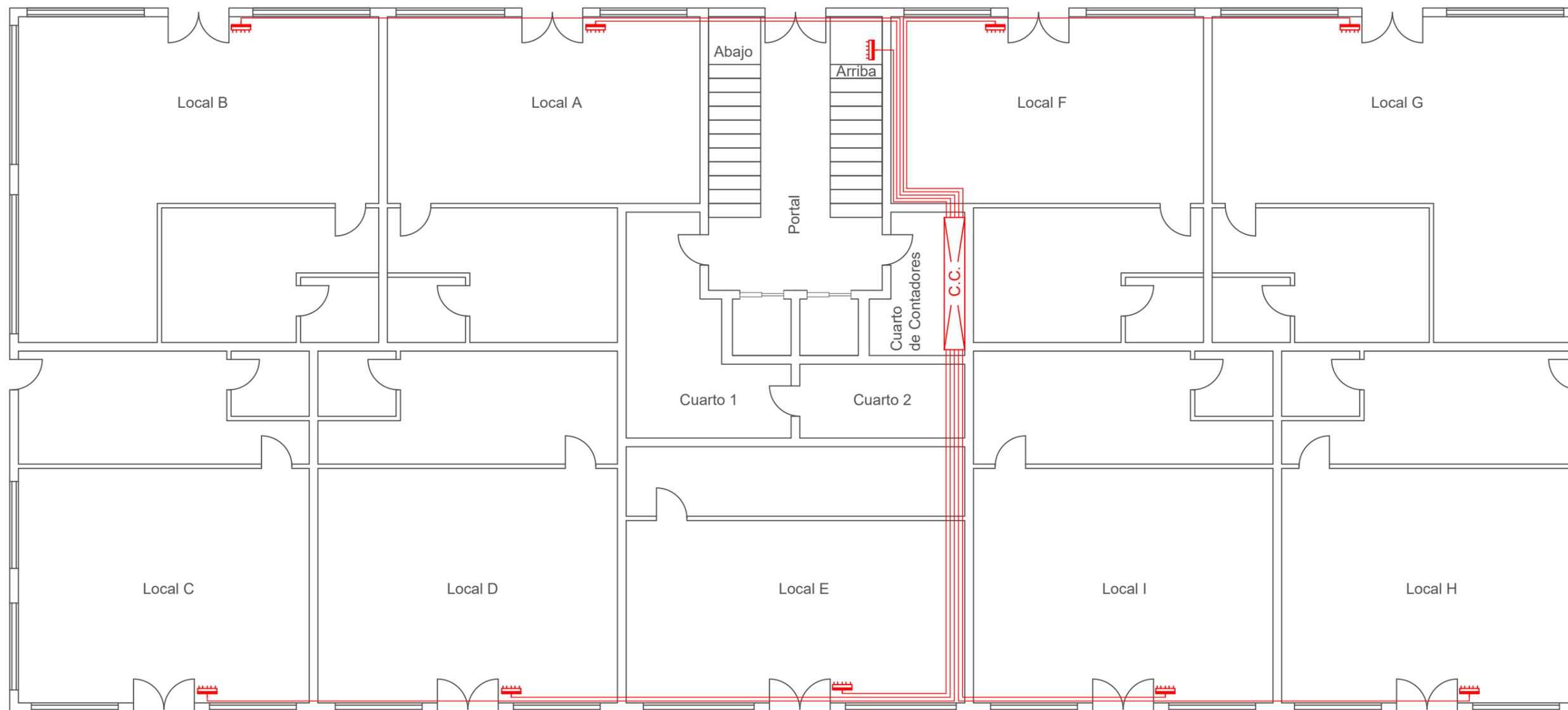
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Dimensiones de los áticos de 2 habitacione (Letras B y C).		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO Nº11



Leyenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Canalización a nivel superior

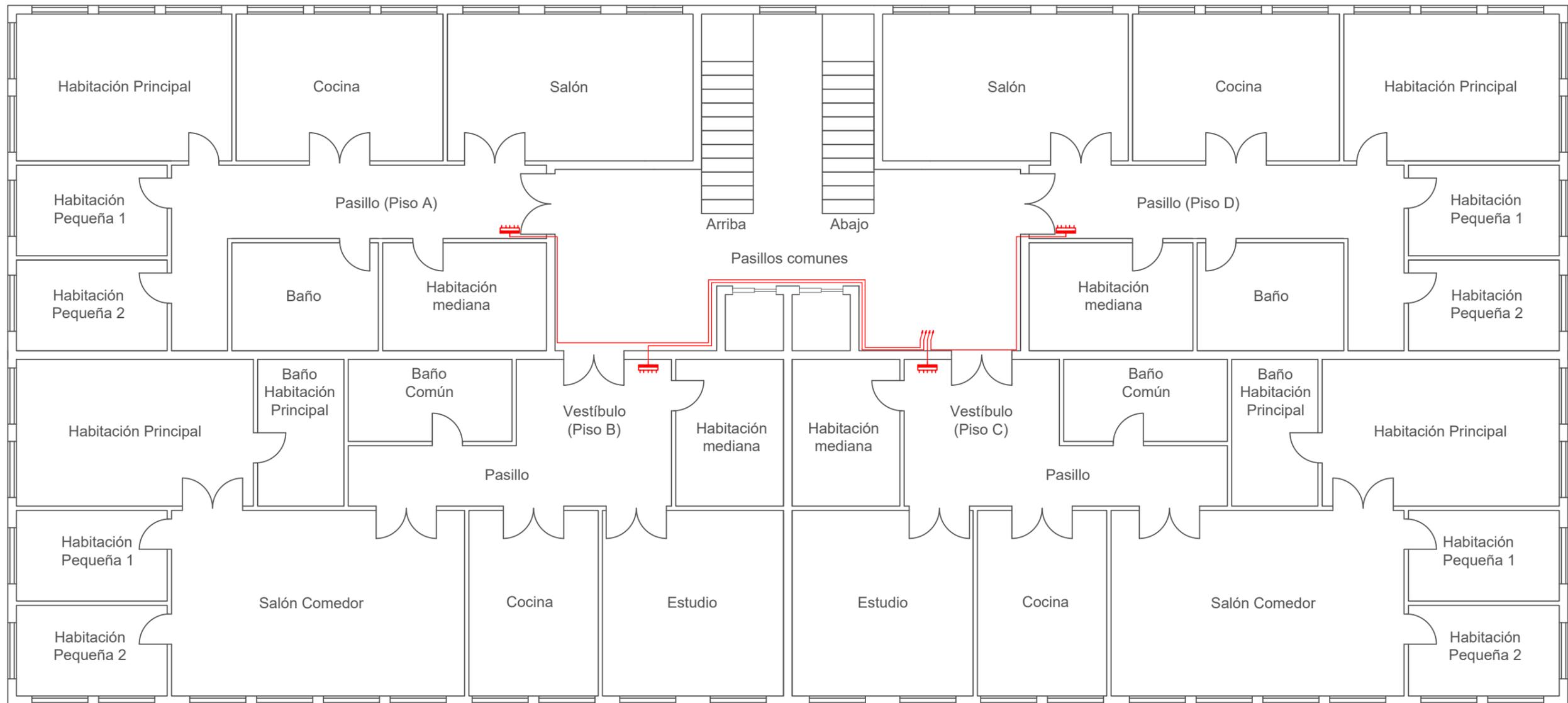
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de la situación de las derivaciones individuales. Planta subterránea: Garaje.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº12



Leyenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Concentración de Contadores
-  Derivación individual

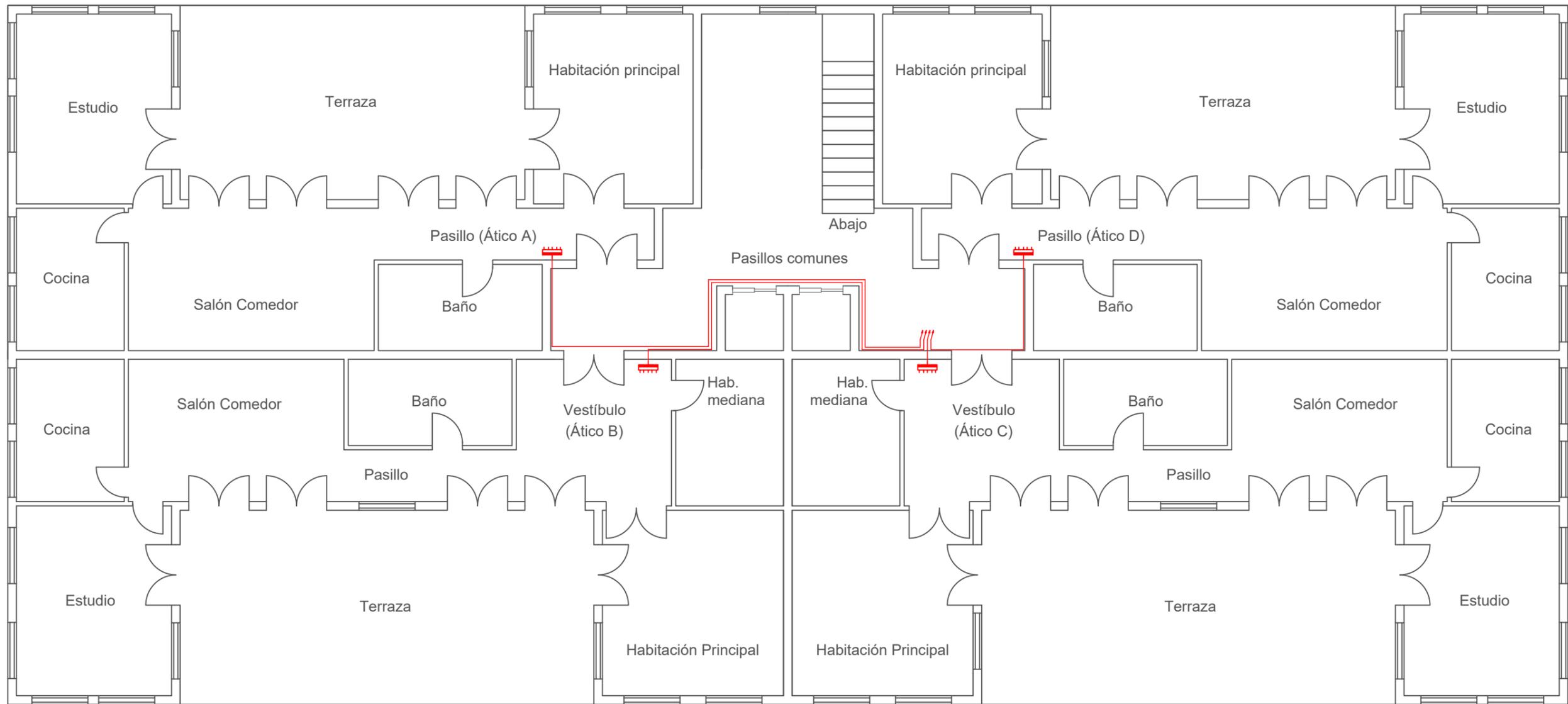
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de la situación de las derivaciones individuales. Planta baja: Locales y servicios generales.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº13



Leyenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Canalización a nivel inferior

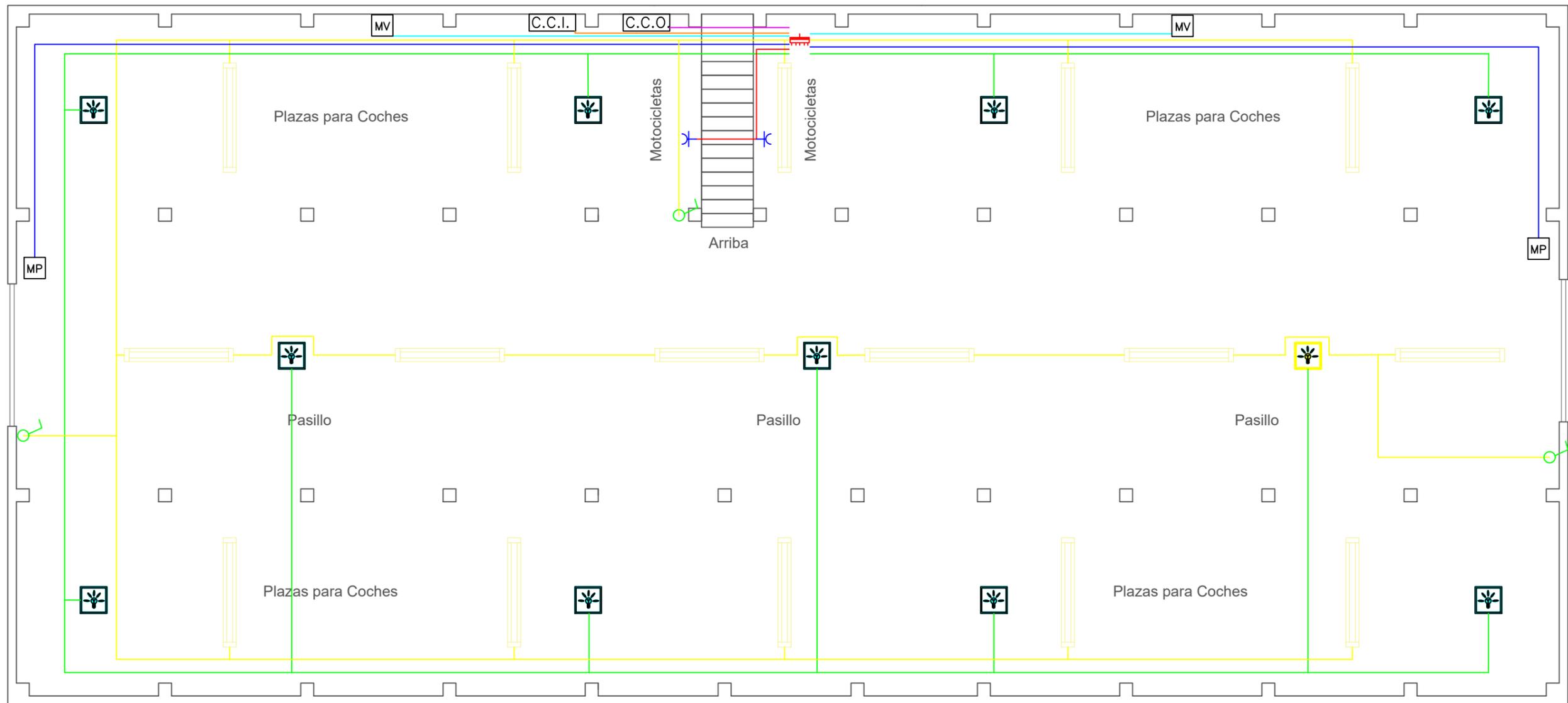
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de la situación de las derivaciones individuales. Plantas 1 a 4: Viviendas.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO N°14



Leyenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Canalización a nivel inferior

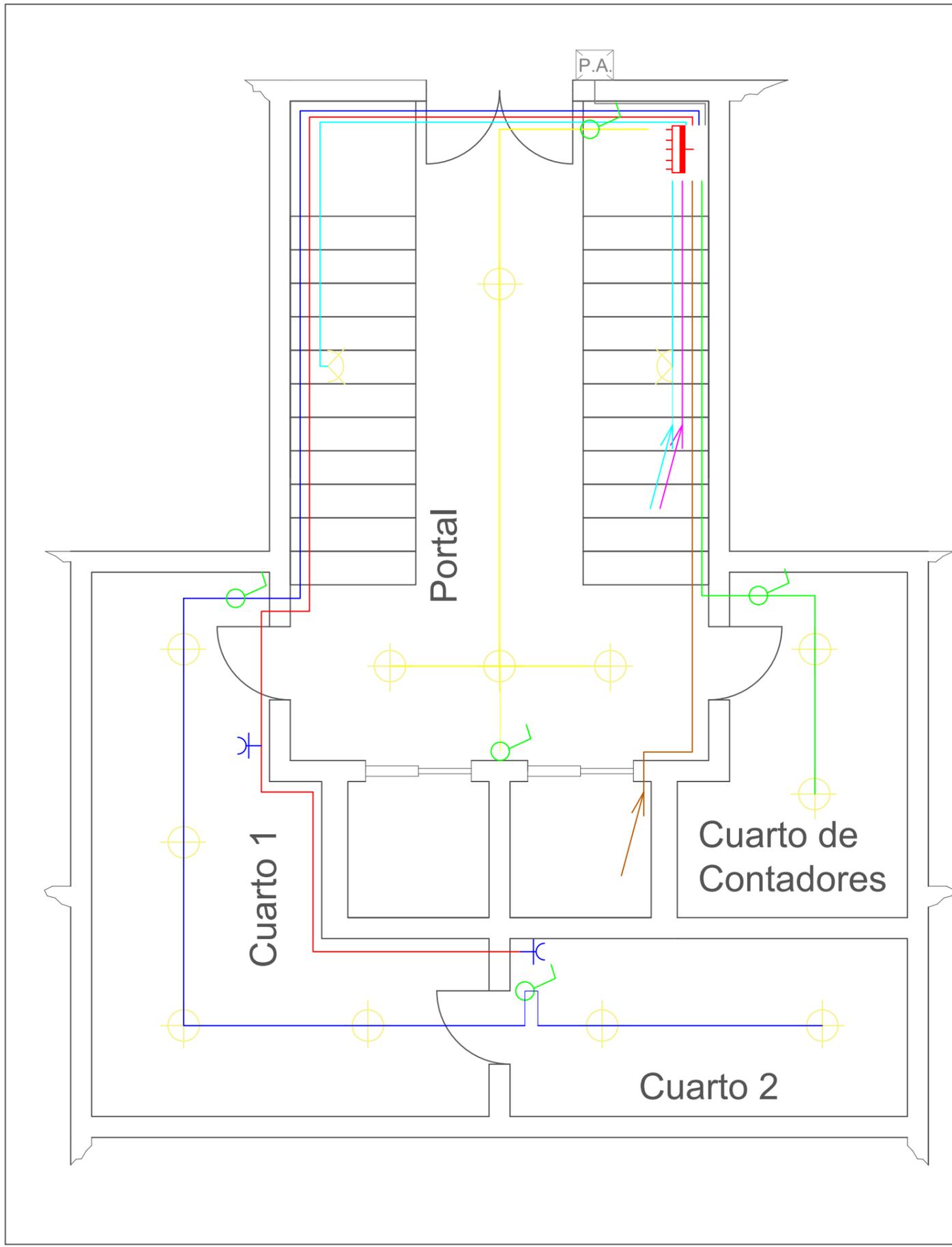
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de la situación de las derivaciones individuales. Planta 5: Viviendas (Áticos).		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº15



Leyenda

- | | | | |
|--|--------------------------------------|--|------------|
| | Cuadro general de mando y protección | | Circuito 1 |
| | Fluorescente | | Circuito 2 |
| | Alumbrado de emergencia | | Circuito 3 |
| | Central de detección de CO | | Circuito 4 |
| | Central de detección de incendios | | Circuito 5 |
| | Motor del ventilador de extracción | | Circuito 6 |
| | Motor del portón | | Circuito 7 |
| | Interruptor unipolar | | |
| | Toma de corriente de 16A | | |

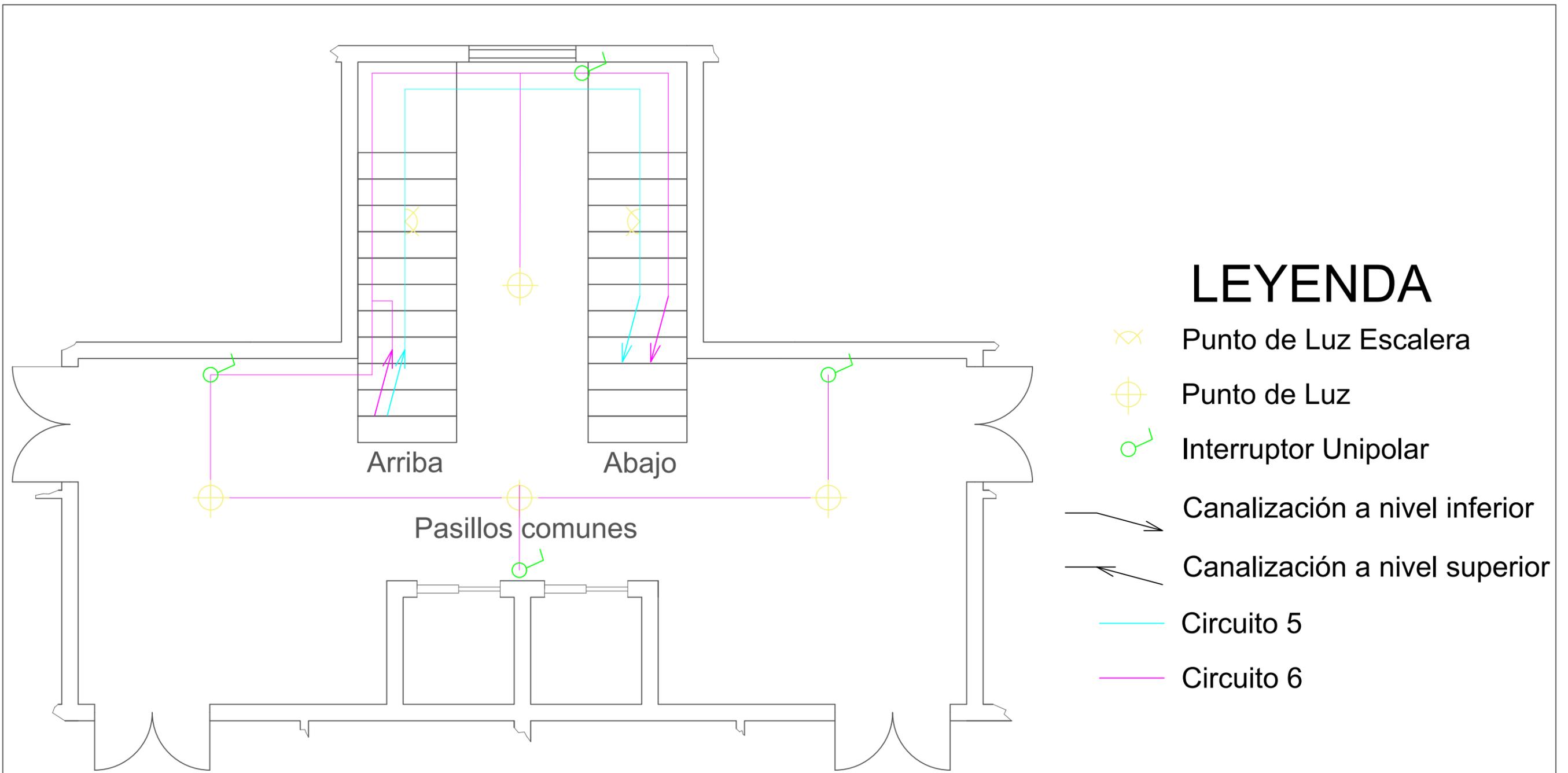
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Circuitos. Garaje.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº16



LEYENDA

-  Punto de Luz Escalera
-  Punto de Luz
-  Interruptor Unipolar
-  Toma de corriente 16A
-  CGMP
-  Portero Automático
-  Canalización a nivel superior
-  Circuito 1
-  Circuito 5
-  Circuito 2
-  Circuito 6
-  Circuito 3
-  Circuito 7
-  Circuito 4
-  Circuito 8

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Circuitos. Servicios generales en la planta baja.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO Nº17



LEYENDA

 Punto de Luz Escalera

 Punto de Luz

 Interruptor Unipolar

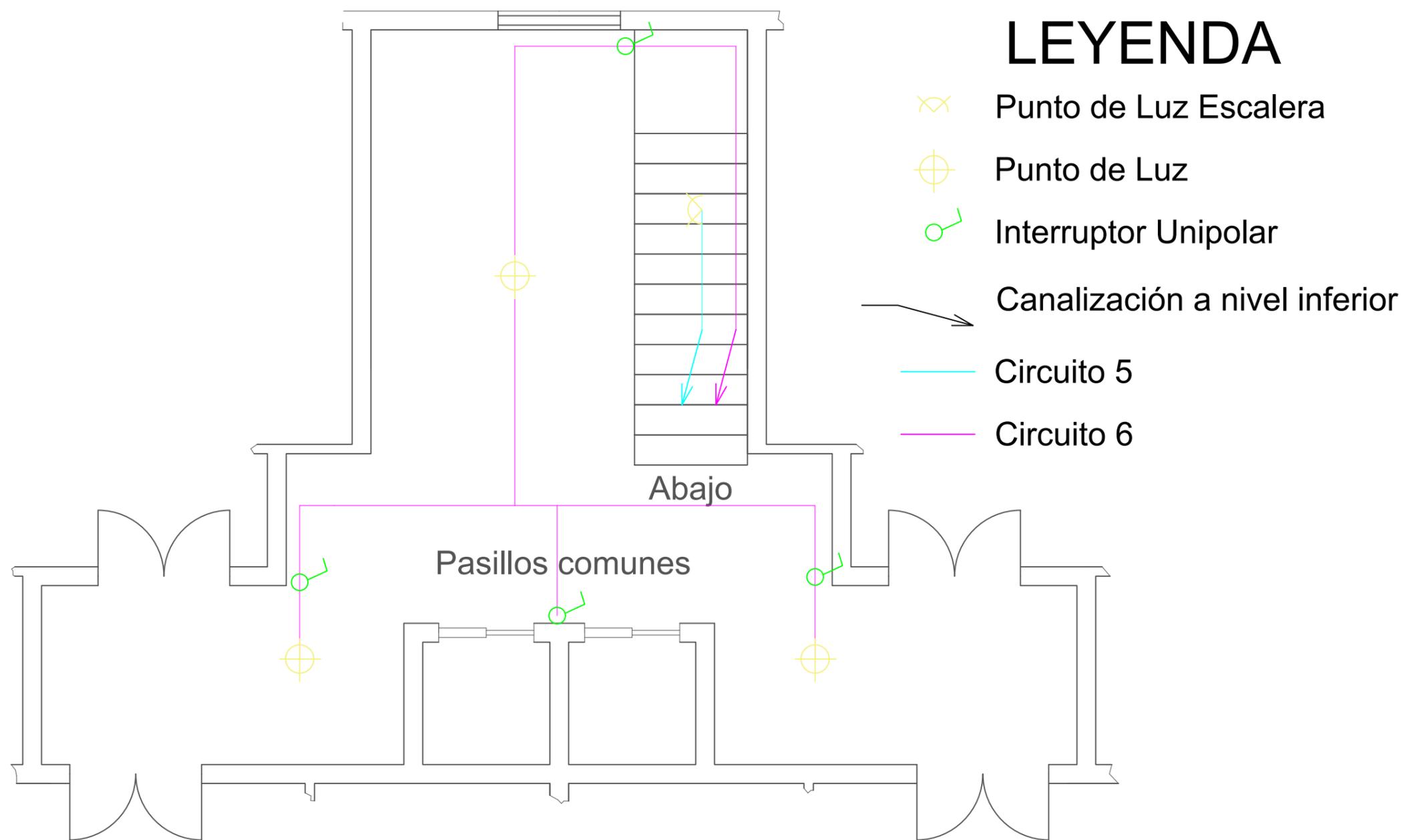
 Canalización a nivel inferior

 Canalización a nivel superior

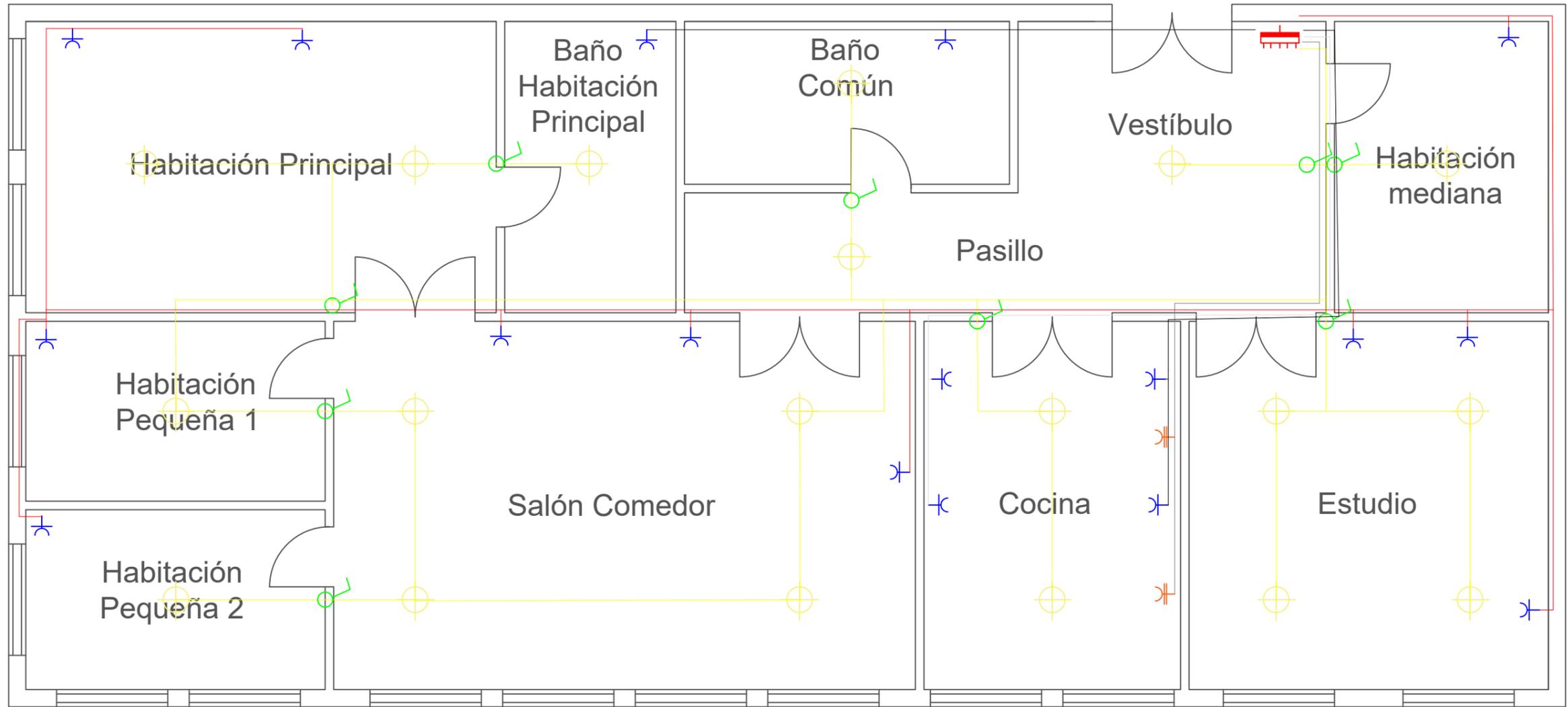
 Circuito 5

 Circuito 6

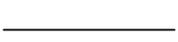
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de la situación de las derivaciones individuales. Planta baja: Locales y servicios generales.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO N°18



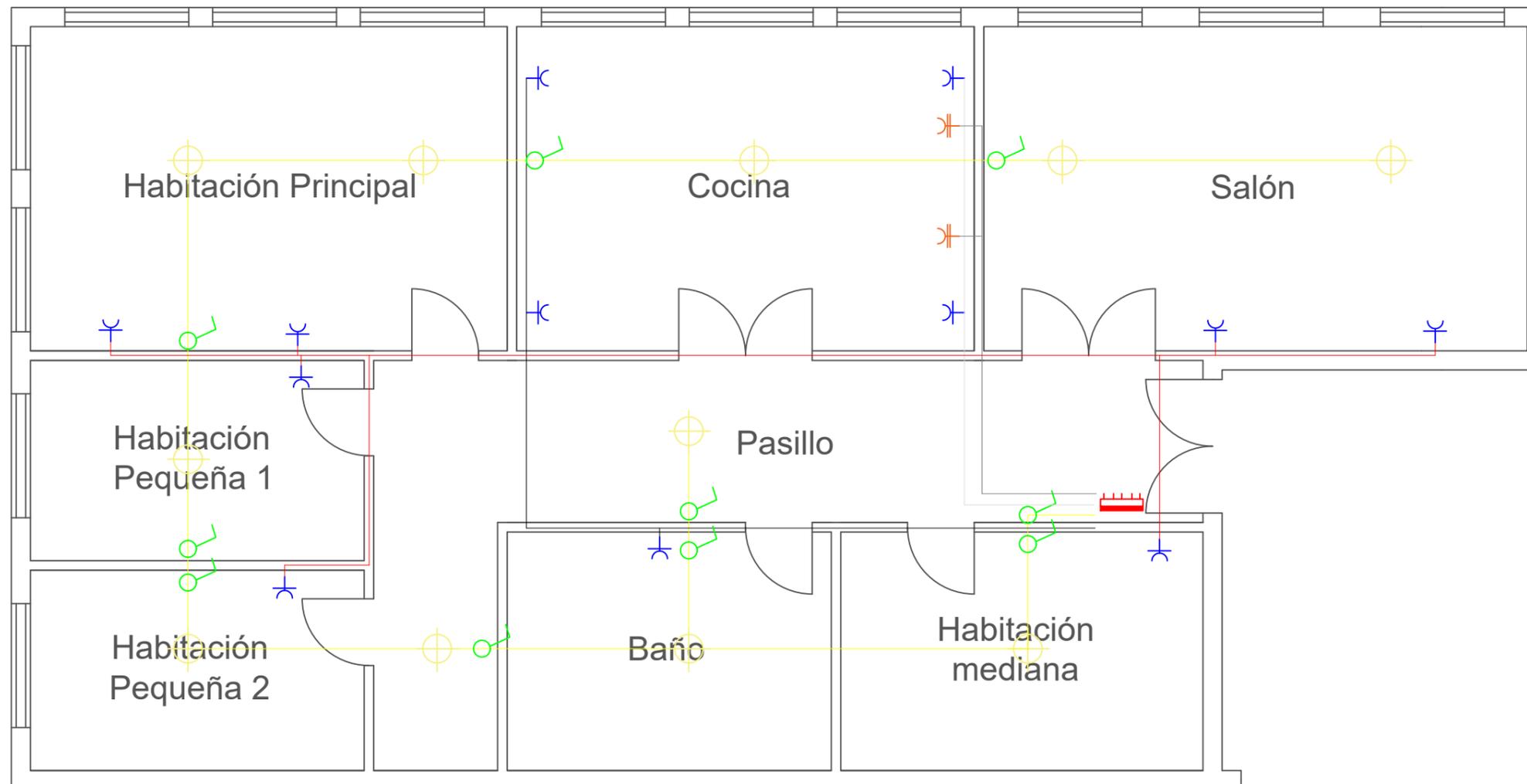
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de la situación de las derivaciones individuales. Planta baja: Locales y servicios generales.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO Nº19



LEYENDA

	Punto de Luz		Circuito 1
	Interruptor Unipolar		Circuito 2
	Toma de corriente 25A		Circuito 3
	Toma de corriente 16A		Circuito 4
	CGMP		Circuito 5

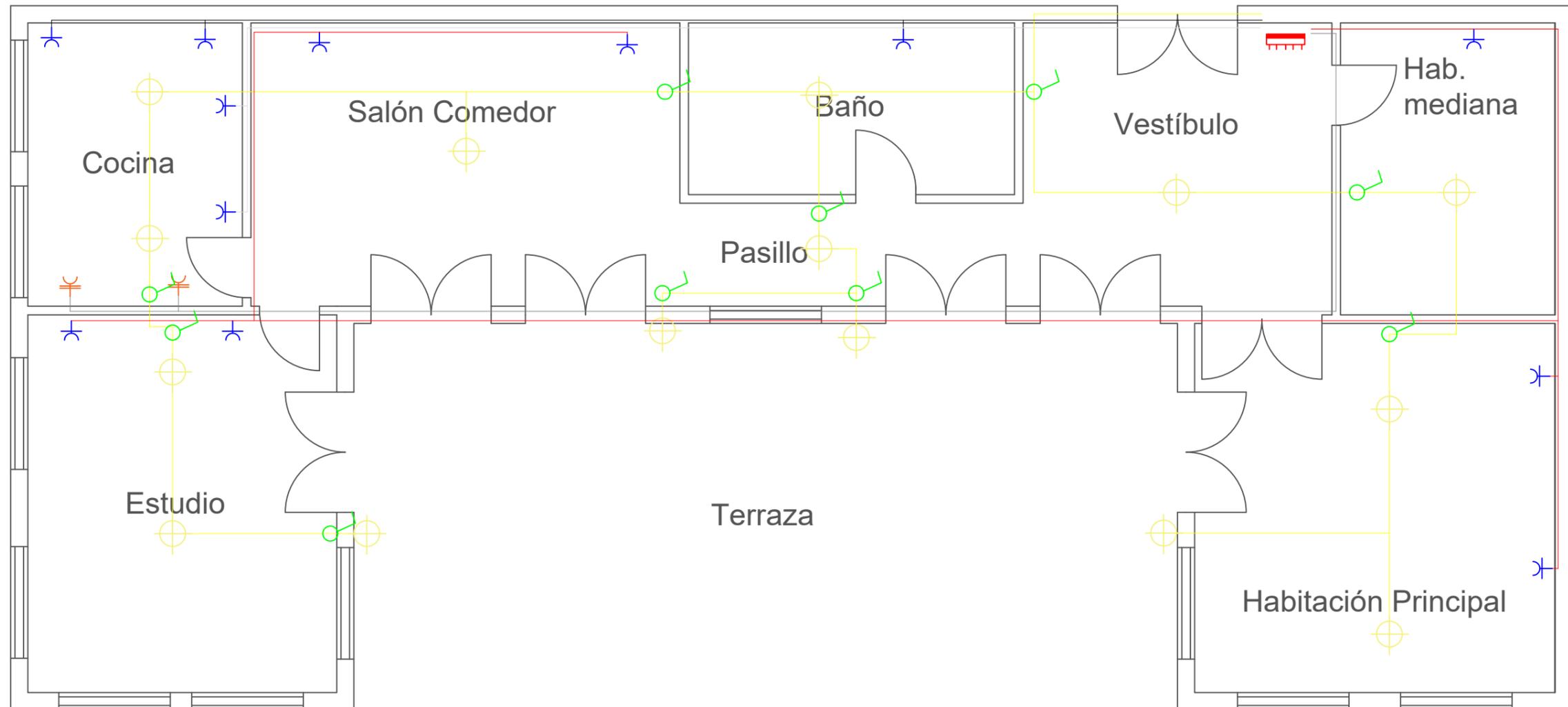
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Circuitos. Vivienda de 4 habitaciones.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO N°20



LEYENDA

	Punto de Luz		Circuito 1
	Interruptor Unipolar		Circuito 2
	Toma de corriente 25A		Circuito 3
	Toma de corriente 16A		Circuito 4
	CGMP		Circuito 5

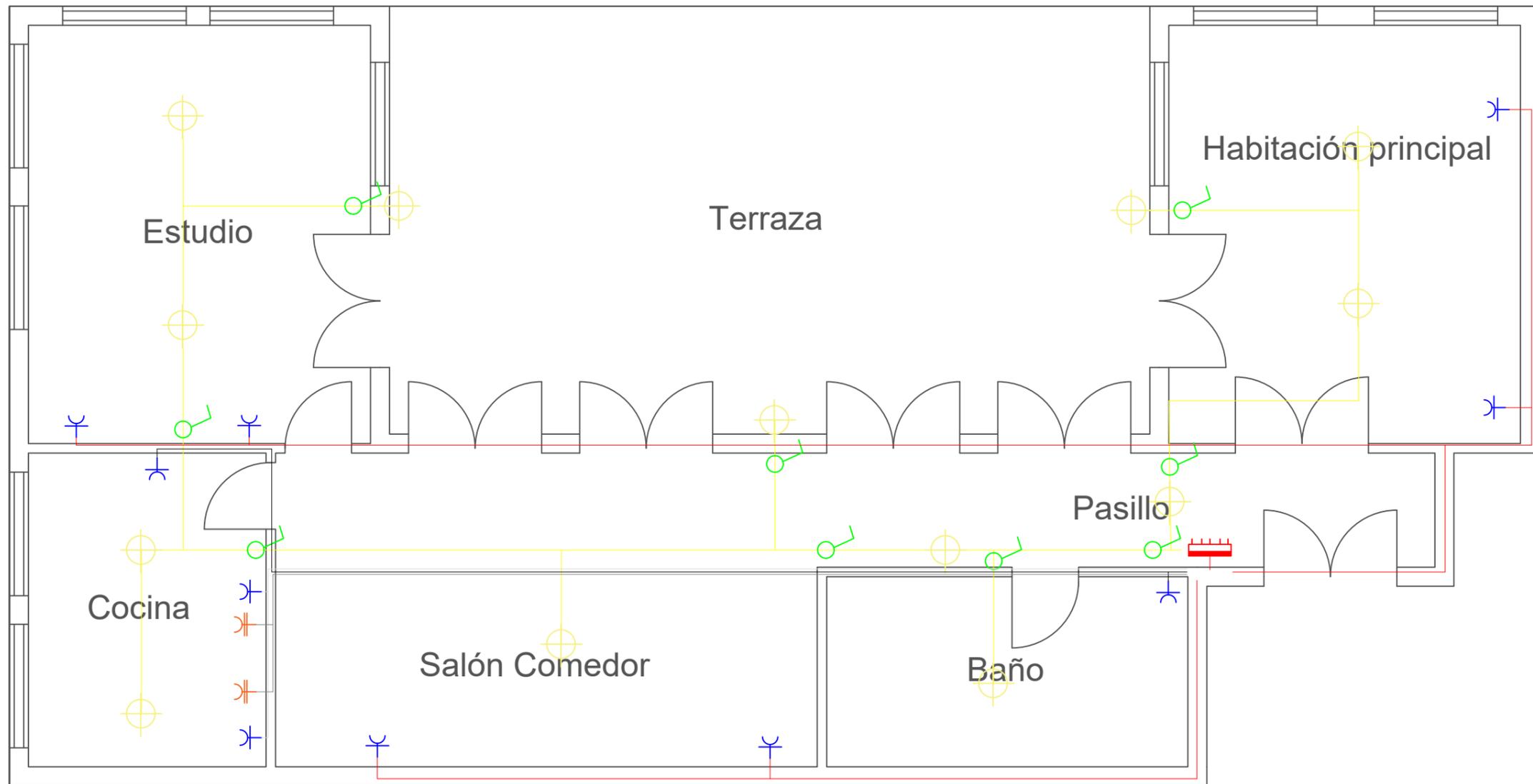
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Circuitos. Vivienda de 3 habitaciones.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO Nº21



LEYENDA

	Punto de Luz		Circuito 1
	Interruptor Unipolar		Circuito 2
	Toma de corriente 25A		Circuito 3
	Toma de corriente 16A		Circuito 4
	CGMP		Circuito 5

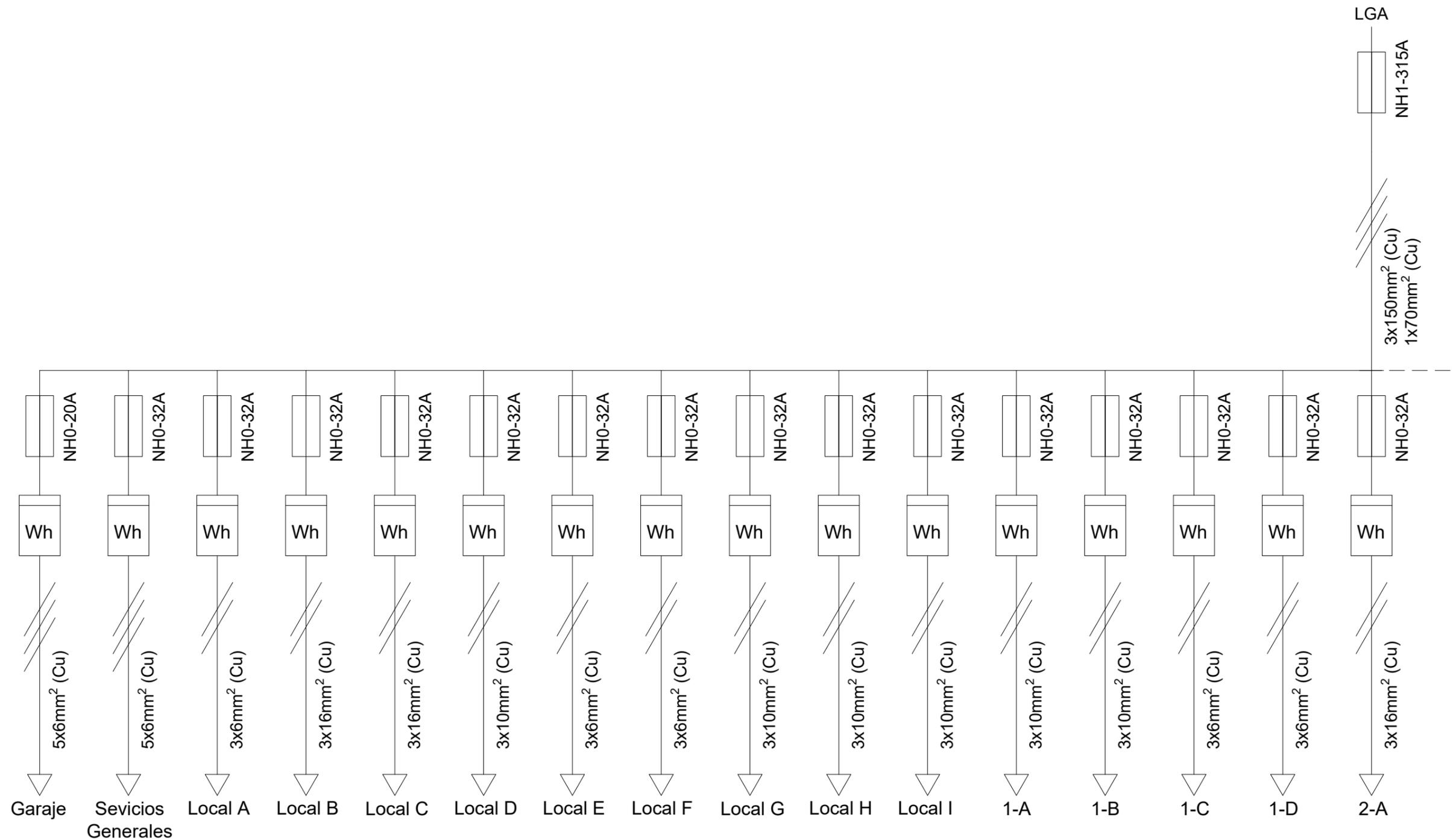
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Circuitos. Ático de 2 habitaciones.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO Nº22



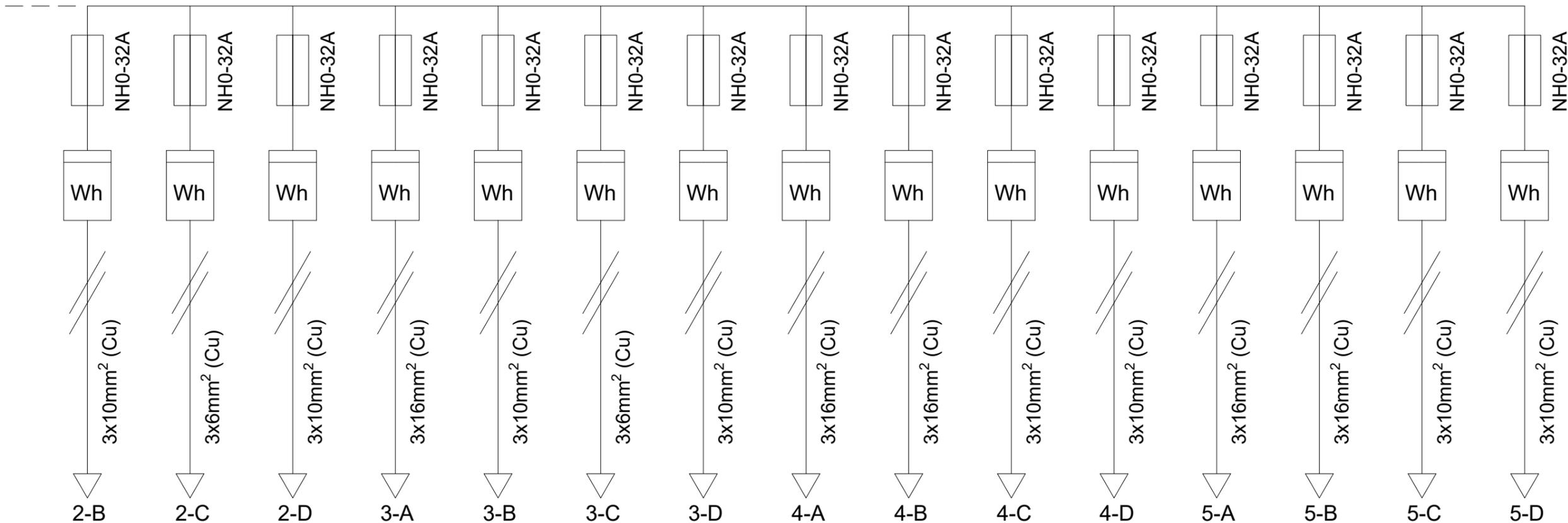
LEYENDA

	Punto de Luz		Circuito 1
	Interruptor Unipolar		Circuito 2
	Toma de corriente 25A		Circuito 3
	Toma de corriente 16A		Circuito 4
	CGMP		Circuito 5

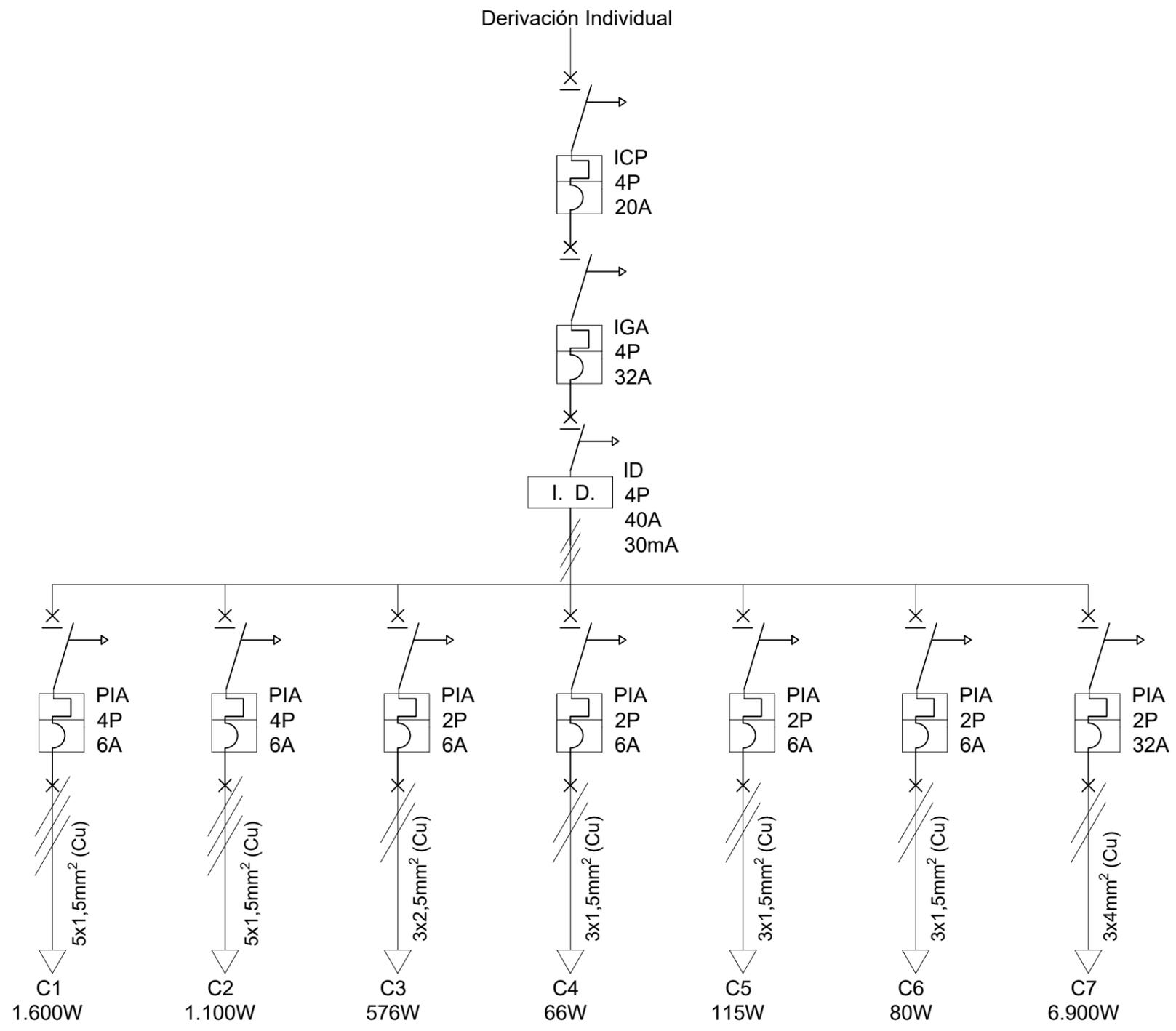
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Circuitos. Ático de una habitación.		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:50	PLANO N°23



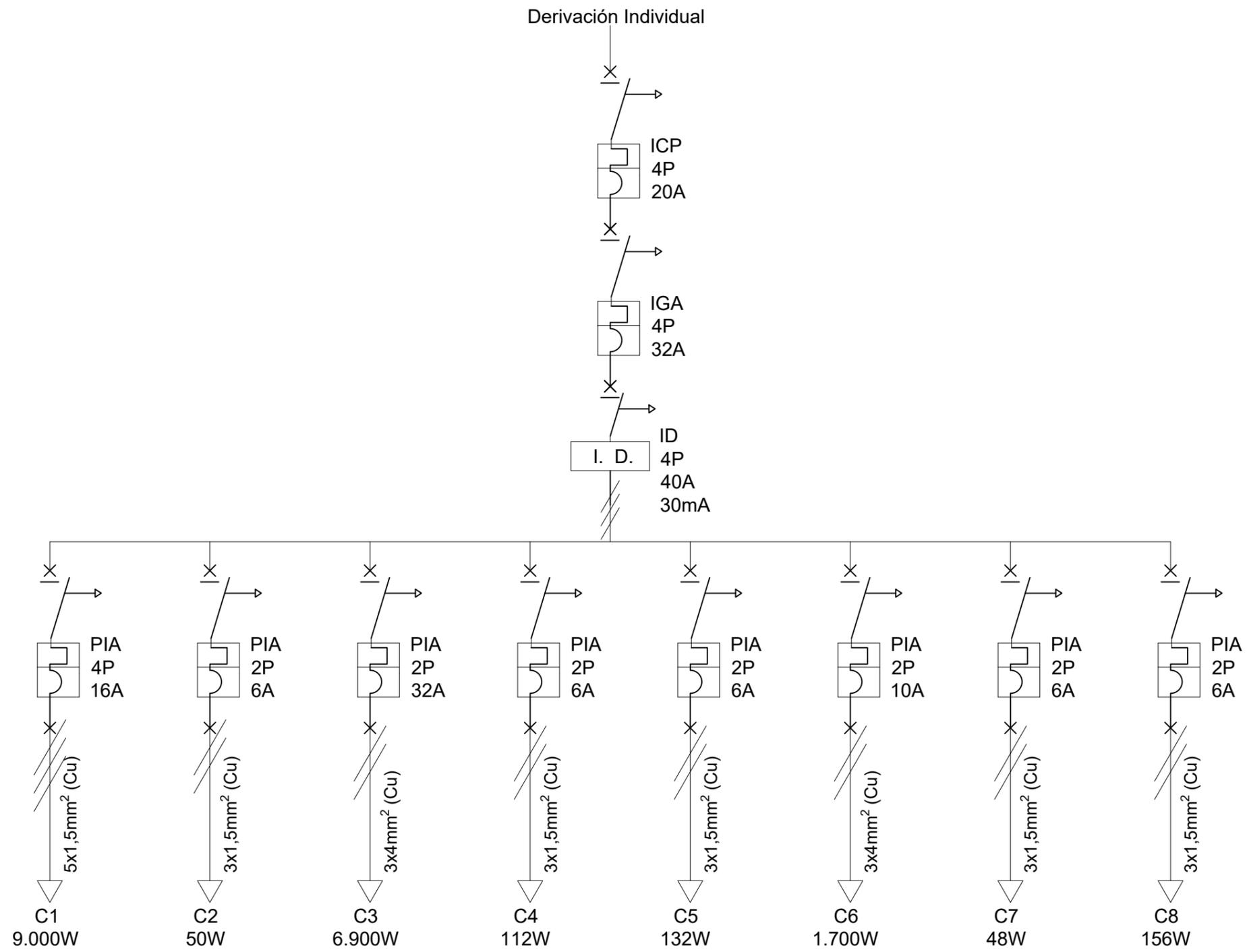
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema unifilar de las derivaciones individuales (Mitad izquierda)		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3		PLANO N°24



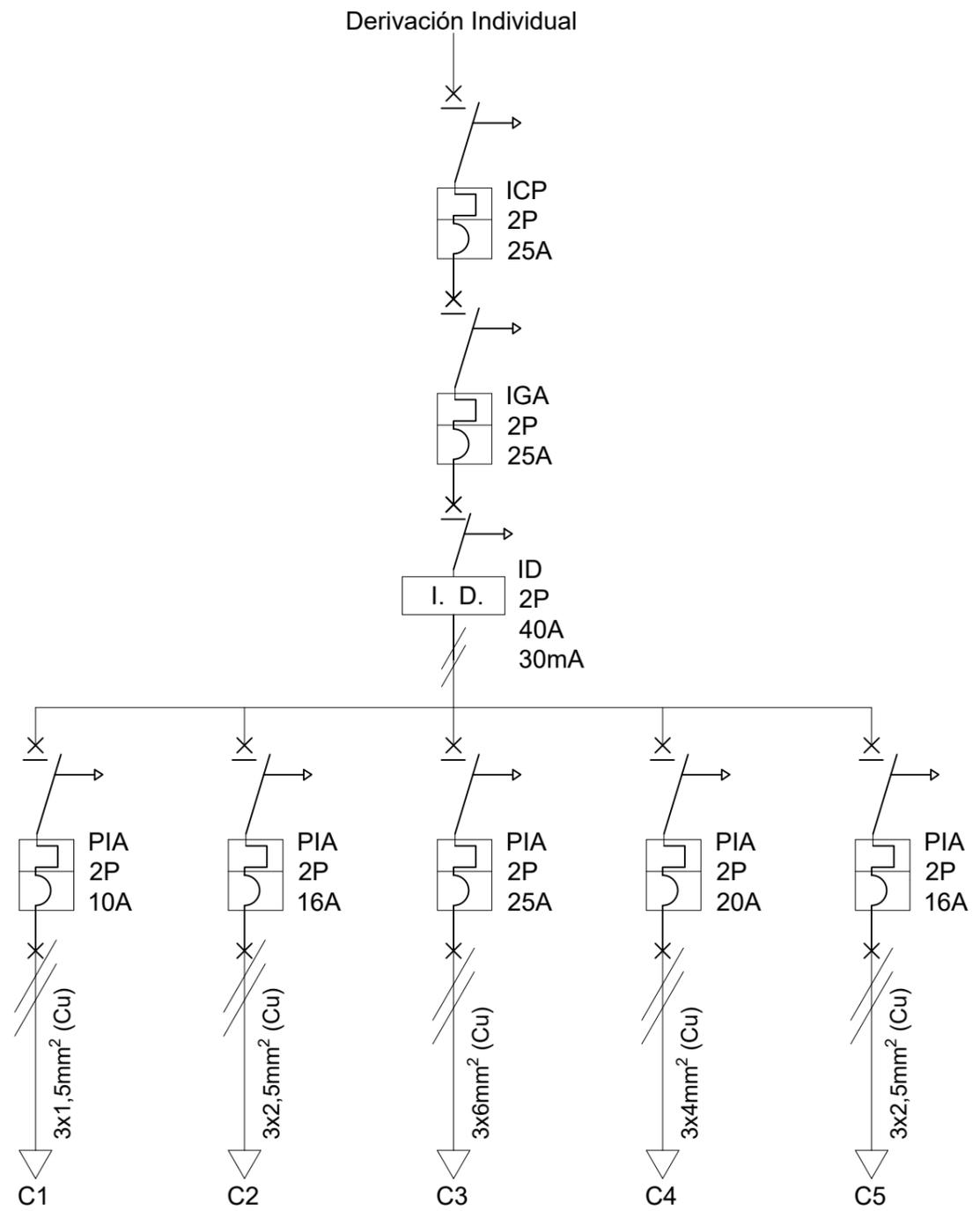
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema unifilar de las derivaciones individuales (Mitad derecha)		Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3		PLANO N°25



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN
Esquema unifilar del garaje	Autor: DIEGO CAYÓN TERÁN
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3
PLANO N°26	



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema unifilar del los sesrvicios generales	Autor: <p style="text-align: right;"><i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i></p>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	PLANO N°27



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema unifilar del las viviendas (Mismas características, para todos los tipos de vivienda)	Autor: <i>DIEGO CAYÓN TERÁN</i>	
Septiembre de 2022	Tamaño ISO A3	PLANO N°28

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

4.1.1. Ámbito de aplicación

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

4.1.2. Disposiciones generales

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

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

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

4.1.3. Condiciones facultativas legales.

Las instalaciones del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- R.D. N.º 8442/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- R.D. 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Decreto 363/2004, de 24 de Agosto por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones: IEB: Baja Tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puestas a tierra.
- R.D 1942/1993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE N.º 74, de 28 de marzo.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D.1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D.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.
- R.D. 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.

4.1.4. Seguridad en el trabajo.

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

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

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

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

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

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

4.1.5. Seguridad pública.

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

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

4.1.6. Organización del trabajo.

El Instalador ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

4.1.6.1. Datos de obra.

Se entregará al instalador una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Éste no podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

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

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

4.1.6.2. Replanteo de la obra.

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

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

Los gastos de replanteo serán cometido del Instalador.

4.1.6.3. Condiciones generales.

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

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

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio. Materiales complementarios de la instalación,

usualmente omitidos en Planos y Presupuesto, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes. Deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

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

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

El Instalador suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La Dirección facultativa se reserva el derecho de pedir al Instalador, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

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

4.1.7. Planificación y coordinación.

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

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

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

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

4.1.8. Acopio de materiales.

De acuerdo con el plan de obra, el Instalador irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Instalador quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye

también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La Dirección facultativa tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este pliego de condiciones y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la Dirección facultativa tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Instalador. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Instalador, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la Dirección facultativa podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del instalador todos los gastos ocasionados.

4.1.9. Inspección y medidas previas al montaje.

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

4.1.10. Planos, catálogos y muestras.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el instalador deberá examinar atentamente los planos y detalles del Proyecto técnico de instalaciones.

El instalador deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfieran con los elementos de otros instaladores. En caso de conflicto, la decisión de la Dirección facultativa será inapelable.

El Instalador deberá someter a la Dirección facultativa, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara. Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la Dirección facultativa.

En algunos casos y a petición de la Dirección facultativa, el Instalador deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Instalador deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la Dirección facultativa con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros Instaladores.

La aprobación por parte de la Dirección facultativa de planos, catálogos y muestras no exime al Instalador de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

4.1.11. Variaciones de proyecto y cambio de materiales.

El Instalador podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la Dirección facultativa, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La Dirección facultativa evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la

totalidad o parte del proyecto técnico de instalaciones, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la Dirección facultativa durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Instalador después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

4.1.12. Cooperación con otros instaladores.

El Instalador deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la Dirección facultativa, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Instalador pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

4.1.13. Protección.

El Instalador deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instaladas.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc. Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán

recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Instalador será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

4.1.14. Limpieza de la obra

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

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

4.1.15. Andamios y aparejos

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa instaladora, bajo la supervisión y responsabilidad del Instalador, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

4.1.16. Obras de albañilería

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos

estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, fosos, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Instalador siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la Dirección facultativa.

4.1.17. Energía eléctrica y agua

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Instalador para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la Actividad interesada (el cliente), salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica al cliente antes de tomar posesión de la obra.

4.1.18. Ruidos y vibraciones

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la Dirección facultativa, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la Dirección facultativa y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

4.1.19. Accesibilidad

El Instalador hará conocer a la Dirección facultativa, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos.

A este respecto, el contratista deberá cooperar con la empresa instaladora y los otros Instaladores, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Instalador.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Instalador deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Instalador deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

4.1.20. Canalizaciones

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede

interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

4.1.21. Manguitos pasamuros

El Instalador deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Instalador será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección facultativa, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

4.1.22. Protección de partes en movimiento

El contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

4.1.23. Protección de los elementos a temperatura elevada

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

4.1.24. Cuadros y líneas eléctricas

El Instalador suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Instalador suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400V entre fases y 230V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

4.1.25. Pinturas y colores

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la Dirección facultativa.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

4.1.26. Identificación

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato. La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inamovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

4.1.27. Pruebas

El Instalador pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales

necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este pliego de condiciones.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Instalador, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

4.1.28. Pruebas finales

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

4.1.29. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras a petición del Instalador se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia de la Dirección facultativa y del representante del Instalador, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por la Dirección facultativa y el representante del Instalador, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de

Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Instalador deberá entregar a la Dirección facultativa la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de ubicación de los cuadros de control y eléctricos, y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de las instalaciones.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Los Manuales de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La Dirección facultativa entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la Dirección facultativa y el Instalador.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Instalador las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Instalador.

Si el Instalador no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

4.1.30. Periodos de garantía

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

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Instalador es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Instalador garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

4.1.31. Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Instalador levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Instalador y ratificada por el Contratante y el Instalador.

4.1.32. Permisos

El Instalador junto con la Dirección facultativa, deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado

por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

4.1.33. Entrenamiento

El Instalador deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y calificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

4.1.34. Repuestos, herramientas y útiles específicos

El Instalador incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

4.1.35. Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección facultativa del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no

excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

4.1.36. Riesgos

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Instalador, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Instalador no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Instalador será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Instalador deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

4.1.37. Rescisión del contrato

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

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

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

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

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el

Instalador tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

4.1.38. Pago de obra

El pago de obras realizadas se hará a término de las mismas debido a la duración estimada de estas (unos 7 días). En caso de prolongarse estas por un periodo superior a 30 días, se abonarán las certificaciones mensuales de las mismas.

Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Instalador las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

4.1.39. Abono de materiales acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con

arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Instalador será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Instalador se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

4.1.40. Disposición final

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

4.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

4.2.1. Generalidades

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

Una vez iniciadas las obras, deberán continuar sin interrupción, salvo indicación expresa del Director de la obra.

El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la ejecución adecuada y rápida de las mismas.

4.2.2. Instalaciones eléctricas

4.2.2.1. Dispositivos generales e individuales

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

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

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

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

4.2.2.2. Instalación Interior

La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

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

ambas (4,5- 6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio, la intensidad admisible deberá disminuirse en un 15%.

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

4.2.2.3. Aparatos de protección

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

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

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

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

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

4.2.2.4. Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

4.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones

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

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

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.

- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.

- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

4.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 \text{ V}$ a frecuencia instalador, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

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

4.2.2.7. Conexiones Eléctricas

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

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

4.2.3. Sistemas de instalación

4.2.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos

o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Resistencia al curvado: Rígido/cúrvale.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos D 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC -BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos cúrvales en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros. No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
 - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
 - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
 - En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
 - Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

4.2.3.2. Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Las canales serán metálicas, con

las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: +15 °C canales L < 16 mm y -5 °C canales L > 16 mm.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Propiedades eléctricas: Aislante canales L < 16 mm y Continuidad eléctrica/aislante canales L > 16 mm.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Grado 4 canales L < 16 mm y no inferior a 2 canales L > 16 mm.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

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

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

4.2.4. Red de Tierra

4.2.4.1. Conductores de equipotencialidad

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

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

4.2.4.2. Resistencia de las tomas de tierra

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

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

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

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

4.2.5. Cuadro de distribución de baja tensión

Tendrá como mínimo, las dimensiones calculadas en el presente proyecto, para que pueda albergar toda la aparamenta y los dispositivos de mando y protección necesarios de la instalación eléctrica de la nave. Junto al cuadro de distribución de baja tensión se colocará una batería automática de condensadores para mejorar el $\cos(\varphi)$ de la instalación, el cual será bajo, debido al elevado número de motores que existen en la instalación.

4.2.6. Protección contra incendios

4.2.6.1. Alumbrado de emergencia

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70 % de su valor nominal.
- Mantendrá las condiciones de servicio que se relacionan a continuación, durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lx en los espacios definidos anteriormente.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la

mínima sea menor que 40.

Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad.

5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.1. INTRODUCCIÓN

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud, en aquellos proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado siguiente:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.800 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Que se trate de obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Por tanto, la obligación de realizar un Estudio Básico de Seguridad y Salud y no un Estudio de Seguridad y Salud.

Dicho estudio establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como información útil para efectuar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos de mantenimiento.

Además, este documento servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora sobre sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, en el que se especifican las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Nos fijamos en el artículo 7 de dicho Real Decreto, que indica que sea de elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente documento. Dicho plan deberá ser aprobado antes del inicio de las obras por el coordinador de seguridad.

Otro artículo de interés perteneciente al ya nombrado Real Decreto es el número 10 que establece que se aplicarán todos los principios de acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales" (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) durante la ejecución de la obra. Como ley, establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas. Estas normas complementarias pueden ser resumidas de la siguiente manera:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
 - Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
 - Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
 - Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
 - Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección colectiva e individual.
-

En sucesivos apartados se irán comentando los contenidos más relevantes de las anteriores normas complementarias.

5.2. FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

5.2.1. Instalaciones eléctricas.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
 - Quemaduras físicas y químicas.
 - Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
 - Ambiente pulvigeno.
 - Animales y/o parásitos.
 - Aplastamientos.
 - Atrapamientos.
 - Atropellos y/o colisiones.
 - Caída de objetos y/o maquinas.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Contactos eléctricos directos.
 - Cuerpos extraños en ojos.
 - Desprendimientos.
 - Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
 - Golpe por rotura de cable.
 - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
-

- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Caída de personas de altura.

A continuación, se expondrán distintas medidas de protección colectiva, la cual prevalecerá siempre por encima de la individual.

5.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO

5.3.1. Introducción

En esta primera norma complementaria se fijan los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, en cuanto a garantizar la seguridad y la salud en los diferentes puestos de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, vienen señaladas en el Real Decreto 486/1997, fijando como lugares de trabajo aquellas zonas edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporal o móvil.

5.3.2. Obligaciones del empresario

Para el cumplimiento de todas estas disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, el empresario deberá adoptar las medidas

necesarias para que no se originen riesgos perjudiciales para la seguridad y salud de los trabajadores.

Estas disposiciones mínimas se agrupan en seis divisiones, dependiendo al tema que van referidas:

- Condiciones constructivas.
- Orden, limpieza y mantenimiento.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones de iluminación mínima.
- Servicios higiénicos y locales de descanso.
- Material y locales de primeros auxilios.

5.3.2.1. Condiciones constructivas

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones, caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamiento de materiales sobre los trabajadores. Asimismo, todos los lugares de trabajo tendrán la obligación de facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Para el cumplimiento de todo lo anterior y para la previsión de los riesgos, se puntualizan una serie de medidas a ejecutar:

- El pavimento se elaborará de material consistente, no resbaladizo y siendo un conjunto homogéneo, llano y liso.

- Las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas.
- Los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.
- Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a las que sean sometidos.
- Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud, en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m.
- Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos, de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.
- Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto,
 - de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.
- Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.
- Los pavimentos de las escaleras serán de materiales no resbaladizos con una pendiente que podrá variar entre un 8 y 12 % siendo la anchura mínima de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m para las de uso general.

- Todas las vías y salidas de evacuación deberán estar limpias y sin obstáculos, para facilitar una rápida evacuación hacia el exterior, estas salidas deberán estar dotadas de un alumbrado de emergencia.
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobrecargas previsibles con conductores y aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.
- Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por él.
- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas y diferentes dispositivos de corte por intensidad de defecto.

5.3.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento

Estos parámetros son esenciales en toda obra, para que esta se desarrolle con total normalidad, algunas de las medidas relacionadas con este apartado son:

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.
- Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

- Todos los lugares de trabajo, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

5.3.2.3. Condiciones ambientales

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C.
- En los locales donde se realicen trabajos ligeros la deberán cumplirse las condiciones siguientes:
 - La temperatura estará comprendida entre 14 y 25 °C.
 - La humedad relativa oscilará entre el 30 % y el 70 %, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 %.
 - Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.

5.3.2.4. Condiciones de iluminación mínima

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Además, los puestos de trabajo llevarán puntos de luz individuales, con el fin de obtener los siguientes niveles de iluminación:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux.
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux.
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1.000 lux.

Toda la iluminación deberá ser distribuida de forma uniforme para evitar los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia. Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

5.3.2.5. Servicios higiénicos y lugares de descanso

Las instalaciones contarán con una serie de instalaciones que ofrecerán los servicios de descanso e higiénicos para todos los trabajadores, estos emplazamientos son:

- Se contará con un espacio definido como vestuarios, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado.
 - Habrá aseos con retretes con descarga automática de agua y papel higiénico,
-

lavabos con agua corriente, jabón y toallas individuales u otros sistemas de secado con garantías higiénicas. Estos habitáculos estarán alicatados hasta una altura de 2 m respecto al suelo. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

- Todos los locales dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

5.3.2.6. Material y locales de primeros auxilios.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, así como a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá en un lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento:

- Agua oxigenada.
- Alcohol de 96.
- Tintura de yodo.
- Mercurocromo.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Guantes esterilizados y desechables.
- Jeringuillas.

5.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

5.4.1. Introducción

La segunda norma complementaria hace referencia a las medidas mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

En dicha ley se entiende como disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, a aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o a la salud en el trabajo, mediante:

- Una señal en forma de panel con color.
- Una señal luminosa o acústica.
- Una comunicación verbal.
- Una señal gestual.

5.4.2. Obligaciones del empresario

Para el cumplimiento de todas estas disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que no se originen riesgos perjudiciales para la seguridad y salud de los trabajadores.

La elección del tipo de señal, la cantidad y el emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

5.4.3. Condiciones de señalización

La señalización en seguridad se puede definir como el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo frente a unas circunstancias que se resaltan y

cuyo fin es llamar la atención.

Hay tres tipos de señales:

➤ **Advertencia:**

Incluye peligro por riesgo de incendio, materias inflamables, de explosión, materias explosivas, eléctrico, cargas suspendidas, caída de objetos, caídas al mismo nivel, caídas de distinto nivel, maquinaria pesada.

➤ **Prohibición:**

Incluye prohibición de fumar, encender fuego, paso a los peatones.

➤ **Obligación:**

Incluye obligación de uso de casco, botas, guantes, gafas, pantalla protectora, mascarilla, protectores auditivos, cinturón de seguridad, arnés de seguridad.

➤ Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo. Esta delimitación deberá respetar las necesarias distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos.

➤ Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

➤ La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

➤ La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente

necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se podrá emplear una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

5.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

5.5.1. Introducción

Las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, van dedicadas a garantizar que la utilización o presencia de dichos equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no deriven en riesgos dañinos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 se entiende como equipos de trabajo cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el centro de trabajo.

5.5.2. Obligaciones del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Se deberán utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. Para la elección de los mencionados equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.

- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

En todos los elementos que conforman los equipos de trabajo, el empresario adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, dichos elementos se conserven en unas condiciones adecuadas. Todas estas operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, siendo realizadas por personal especialmente capacitado para ello. Estas medidas se exponen en apartados sucesivos.

Además, el empresario es el encargado de garantizar que todos los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada será preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las siguientes indicaciones relativas:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

5.5.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo

A continuación, se puntualizan las disposiciones mínimas que deberán cumplir los diversos equipos en los centros de trabajo:

- Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna

incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

- Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.
- Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.
- Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.
- Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.
- Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.
- Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.
- Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes

físicos.

- Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.
- La utilización de todos los equipos en los centros de trabajo no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar atrapamientos del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

5.5.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles

Las disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles, se enumeran ahora:

- Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo se incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garanticeun espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando elequipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.
- Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor con una estructura que impida que la carretilla vuelque o en caso de vuelco, que se garantice que queda espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y las determinadas partes de dicha carretilla, igualmente esa estructura deberá mantener al trabajador sobre el asiento de

conducción en buenas condiciones.

- Los equipos de trabajo automotores deberán contar con:
 - Dispositivos de frenado y parada.
 - Dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada.
 - Una señalización acústica de advertencia.

5.5.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas

Siguiendo con las disposiciones mínimas que deben cumplir los diferentes equipos de un centro de trabajo, citamos algunas de las medidas que se deben adoptar referente a la elevación de cargas:

- Los equipos estarán instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso:
 - Los aparatos de izar estarán equipados con un limitador del recorrido del carro.
 - Los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso.
- En todos los equipos deberá figurar claramente la carga nominal.
- Se instalarán de modo que se reduzca el riesgo de que, si la carga cae en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa, que ningún trabajador este debajo de dicha carga.
- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

5.5.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimientos de tierra y maquinaria pesada

Aquella maquinaria que se empleará deberá cumplir las siguientes disposiciones:

- Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de:
 - Faros de marcha hacia adelante y de retroceso.
 - Servofrenos.
 - Freno de mano.
 - Bocina automática de retroceso.
 - Retrovisores en ambos lados.
 - Pórtico de seguridad antivuelco y anti impactos.
 - Un extintor.
- Se prohibirá trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Si se produjese el contacto de una maquina con una línea eléctrica, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

- Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación.
- No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.
- Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.
- Los compresores serán de los llamados “silenciosos” que deberán disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras de esta máquina estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes

que puedan producir un reventón. Cada trabajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones.

- Los pisonos mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales.

5.5.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta

Las últimas disposiciones que deben acatar los equipos de trabajo y concretamente las maquinas-herramientas se reflejan a continuación:

Estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

- Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti-proyecciones.
- Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas anti-deflagrantes.
- Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.
- Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

- Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.).
- Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.
- Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.
- Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección anti-atrapamientos o abrasiones.
- En las tareas de soldadura por arco eléctrico se seguirán una serie de normas o pautas:
 - Se utilizará yelmo de soldar o pantalla de mano.
 - No se mirará directamente al arco voltaico.
 - No se tocarán las piezas recientemente soldadas.
 - Se soldará en un lugar ventilado.
 - Se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo.

- No se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilaría.
- Se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

5.5.2.6. Disposiciones mínimas adicionales aplicables en medios auxiliares

En este apartado se hace referencia a todas las medidas mínimas que han de adoptar cuando se empleen en los centros de trabajo medios auxiliares tales como vallas metálicas o de madera, escaleras de mano, andamios tubulares o contenedores de escombros.

Las disposiciones mínimas consideradas para estos medios son:

- El vallado perimetral de la obra debe cubrir el total del perímetro determinado. La altura debe pasar de 1,50 m, si bien se recomiendan los 2 m fijándose al suelo con aglomeraciones o hincando sus sopos, asegurando el cierre de los accesos a la obra fuera de horarios de trabajo.
- El vallado de señalización para acotar lugares de trabajo, de almacenamiento, de peligro, etc., se dispondrá de forma vertical e informará por medio de colores vivos, que no debe traspasarse su ubicación. Su longitud suele ser de 2,50 m y su altura de 1 m. Se disponen sin sujeción, por lo que no pueden sustituir a las barandillas en huecos con riesgo de caída.
- Cuando exista riesgo de caída a distinto nivel y se dispongan estas vallas, se deberán situar de forma que cierren el paso no dejando huecos y a

distancia mínima del hueco de 1,50 m.

- Las barandillas para prevenir riesgos de caídas a distinto nivel, tendrán una altura mínima de 90 cm, una resistencia de 150 kg/m y formarán unidad con el parámetro que lo sustenta.
- Las escaleras de mano no se utilizarán para alturas de más de 5 m.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas de un mecanismo de limitación de apertura (cadena o tope resistentes).
- Todas las escaleras de mano, tendrán la resistencia, elementos de apoyo y de sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.
- Los andamios se arriostrarán siempre para evitar movimientos indeseables al equilibrio del operario, se harán sobre puntos fuertes que se preverán en los paramentos verticales.
- Los andamios deberán ser inspeccionados diariamente antes del inicio de los trabajos por la persona que se designe al comienzo de la obra con la empresa constructora.
- Desde los andamos nunca se tirarán escombros, ni se fabricarán morteros.
- La separación entre el andamio y paramento vertical será como mínimo de 0,30m.
- Las plataformas de trabajo en los andamios tendrán un ancho mínimo de 60 cm y estarán perfectamente ancladas en los apoyos. Como mínimo la

plataforma estará constituida por tres tablonos que deberán estar unidos entre sí. A partir de 2 m de altura, las plataformas habrán de poseer barandillas de 0,90 m de altura con un listón entre medio y un rodapié. Los tablonos de la plataforma estarán limpios, sin nudos y no deberán tener defectos visibles.

- Se tenderán cables de seguridad anclados a puntos fuertes de la estructura para poder utilizarlos como amarre del fiador del cinturón de seguridad.
- Para posicionar el contenedor de escombros, el encargado controlará los movimientos de descarga para que se realicen según las instrucciones de operaciones del camión de transporte.
- El contenedor se subirá y se bajará del camión por los lugares establecidos por el fabricante para este fin, para evitar los accidentes por caída.
- El contenedor se cargará sin colmo, enrasando la carga y se cubrirá con una lona para evitar los vertidos accidentales de la carga durante la retirada.

5.6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO.

5.6.1. Introducción.

El Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, establece en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores

frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo (instalaciones eléctricas y receptores eléctricos), además de las técnicas y procedimientos para trabajar en ellas, o en sus proximidades.

5.6.2. Obligaciones del empresario.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas medidas deberá basarse en la evaluación de los riesgos contemplada en el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la sección 1ª del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención.

Este artículo establece la obligación del empresario de aplicar las medidas que se integran en el deber general de protección, con el fin de evitar los riesgos y de evaluar los riesgos que no se puedan evitar.

La evaluación de riesgos, aunque basada en los mismos principios, tendrá particularidades diferentes en función del trabajo que desarrolle el trabajador. En general, se puede distinguir entre:

- Trabajadores usuarios de equipos y/o instalaciones eléctricas: en este caso, la evaluación de riesgos se dirigirá a comprobar si los equipos y las instalaciones son los adecuados para evitar que los trabajadores puedan sufrir contactos eléctricos directos o indirectos peligrosos, quemaduras, etc. Esto implica:
 - Comprobar la adecuación de los equipos y/o instalaciones eléctricas a las condiciones en que se utilizan:

- Condiciones de los locales: locales mojados, locales con superficies conductoras.
 - Condiciones de la actividad: posible presencia de atmósferas combustibles o explosivas, ambientes agresivos (contaminación, temperaturas extremas, corrosión, etc.).
 - Condiciones ambientales: instalaciones en interior o a la intemperie, altitud, sobretensiones y otras perturbaciones en la alimentación, etc.
- Tener en cuenta el cumplimiento de la normativa legal específica aplicable, en particular, la reglamentación electrotécnica y otras disposiciones sobre seguridad industrial (máquinas, material eléctrico destinado a utilizarse en baja tensión, compatibilidad electromagnética, equipos aptos para uso en atmósferas explosivas, material médico, etc.).

Además, será necesario comprobar que los trabajadores disponen de la formación e información adecuadas para la correcta utilización de los equipos y/o instalaciones eléctricas.

- Trabajadores cuya actividad, no eléctrica, se desarrolla en proximidad de instalaciones eléctricas con partes accesibles en tensión y trabajadores cuyos cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas: en estos casos, la evaluación de riesgos se centrará en las siguientes actividades:
- Comprobar que las técnicas y procedimientos de trabajo empleados se ajustan a lo dispuesto en este real decreto.
 - Comprobar que los equipos de trabajo y los equipos y

dispositivos de protección utilizados se ajustan a la normativa específica que sea de aplicación.

- Comprobar que los trabajadores disponen de la formación, información y, en su caso, cualificación requeridas.

5.6.3. Instalaciones eléctricas.

- El tipo de instalación eléctrica de un lugar de trabajo y las características de sus componentes deberán adaptarse a las condiciones específicas del propio lugar, de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos (receptores) que vayan a utilizarse. Para ello deberán tenerse particularmente en cuenta factores tales como las características conductoras del lugar de trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), la presencia de atmósferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.
- En los lugares de trabajo sólo podrán utilizarse equipos eléctricos para los que el sistema o modo de protección previstos por su fabricante sea compatible con el tipo de instalación eléctrica existente y los factores mencionados en el apartado anterior.
- Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las instrucciones de sus fabricantes e instaladores, si existen, y a la propia experiencia del explotador.
- En cualquier caso, las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y su uso y mantenimiento deberán cumplir lo establecido en la reglamentación electrotécnica, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.

Los reglamentos electrotécnicos establecen, con carácter general, las condiciones y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas en relación con la seguridad de las personas y los bienes. En ellos se fijan las condiciones de seguridad y de calidad para los componentes (materiales, apartamentas, cableado, etc.) y los receptores utilizados en las instalaciones eléctricas.

Además, los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento las instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, estas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado.

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo:

- Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

5.6.4. Técnicas y procedimientos de trabajo.

Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración la evaluación de los riesgos que el trabajo pueda suponer, teniendo en cuenta las características de las instalaciones, del propio trabajo y del entorno en el que va a realizarse.

5.6.5. Formación e información de los trabajadores.

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.

5.7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS).

En función de los riesgos detectados anteriormente, y siempre que dichos riesgos no puedan ser eliminados en su origen o de forma colectiva, se utilizará por el personal adscrito a la obra los siguientes equipos de protección individual.

El empresario tiene la obligación de suministrar y explicar la manera de utilizar los distintos equipos de protección a todas las personas que están bajo su mando o que están relacionadas con la obra a realizar.

5.7.1. Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.

- Guantes de protección frente a abrasión.

- Guantes de protección frente a agentes químicos.

5.7.2. Quemaduras físicas y químicas.

- Guantes de protección frente a abrasión.
- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a calor.
- Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación).

5.7.3. Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Cascos de seguridad homologados para las tareas de construcción (con barbuquejo y agujeros de ventilación).
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

5.7.4. Ambiente pulvígeno.

- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

5.7.5. Aplastamientos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

5.7.6. Atrapamientos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.

5.7.7. Caída de objetos y/o máquinas.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección frente a golpes mecánicos.

5.7.8. Caídas de personas a distinto nivel.

- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.

5.7.9. Contactos eléctricos directos.

- Calzado con protección contra descargas eléctricas
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes dieléctricos
- Banqueta aislante de maniobra.

5.7.10. Inserción de cuerpos extraños en los ojos.

- Gafas de seguridad contra proyección de líquidos-
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

5.7.11. Exposición a fuentes luminosas peligrosas.

- Gafas de oxicorte.
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Gafas de seguridad contra radiaciones.
- Mandil de cuero.
- Manguitos.
- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivo.

- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Polainas de soldador cubre-calzado.

5.7.12. Golpe por rotura de cable.

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

5.7.13. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

5.7.14. Pisada de objetos punzantes.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suelta antiperforante.

5.7.15. Sobreesfuerzos.

- Cinturón de protección lumbar.
- Faja elástica de sujeción de cintura.
- Cinturón antivibratorio.

5.7.16. Ruido.

- Protectores auditivos.

5.8. LEGISLACIÓN, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO

5.8.1. Legislación.

- Ley de prevención de riesgos laborales (LEY 31/95 DE 8/11/95).
- Reglamento de los servicios de prevención (R.D. 39/97 DE 7/1/97).
- Orden de desarrollo del R.S.P. (27/6/97).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (R.D.485/97 DE 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/97 DE 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular, dorsolumbares, para los trabajadores (R.D. 487/97 DE 14/4/97).
- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (R.D. 664/97 DE 12/5/97).
- Exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (R.D.665/97 DE 12/5/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (R.D. 773/97 DE 30/5/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (R.D. 1215/97 DE 18/7/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (RD. 1627/97 de 24/10/97).
- Ordenanza general de higiene y seguridad en el trabajo (O.M. DE 9/3/71) Exclusivamente su Capítulo VI, y art. 24 y 75 del Capítulo VII
- Reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo (OM de 31/1/40) Exclusivamente su Capítulo VII.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.D. 2413 de 20/9/73).
- R. Ministerio de Trabajo 11/3/77 sobre el benceno.

- O.M. 26/7/93 sobre el amianto.
- R.D. 1316/89 sobre el ruido.
- R.D. 53/92 sobre radiaciones ionizantes.

5.8.2. Normativas.

➤ **NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN:**

- ISA/1973 Alcantarillado.
- ISB/1973 Basuras.
- ISH/1974 Humos y gases.
- ISS/1974 Saneamiento.

➤ **Norma NTE:**

- Norma UNE 81 707 85 Escaleras portátiles de aluminio simples y de extensión.
- Norma UNE 81 002 85 Protectores auditivos. Tipos y definiciones.
- Norma UNE 81 101 85 Equipos de protección de la visión. Terminología. Clasificación y uso.
- Norma UNE 81 200 77 Equipos de protección personal de las vías respiratorias. Definición y clasificación.
- Norma UNE 81 208 77 Filtros mecánicos. Clasificación. Características y requisitos.
- Norma UNE 81 250 80 Guantes de protección. Definiciones y clasificación.

5.8.3. Convenios.

CONVENIOS DE LA OIT RATIFICADOS POR ESPAÑA:

- Convenio n° 62 de la OIT de 23/6/37 relativo a prescripciones de seguridad en la industria de la edificación. Ratificado por Instrumento de 12/6/58. (BOE de 20/8/59).
- Convenio n° 167 de la OIT de 20/6/88 sobre seguridad y salud en la industria de la construcción.
- Convenio n° 119 de la OIT de 25/6/63 sobre protección de maquinaria.
- Ratificado por Instrucción de 26/11/71.(BOE de 30/11/72).
- Convenio n° 155 de la OIT de 22/6/81 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Ratificado por Instrumento publicado en el BOE de 11/11/85.
- Convenio n° 127 de la OIT de 29/6/67 sobre peso máximo de carga transportada por un trabajador. (BOE de 15/10/70).

6.9. CONCLUSIONES

Con todo lo descrito en el presente estudio de seguridad y salud, quedan definidas las medidas de prevención que inicialmente se consideran necesarias para la ejecución de las distintas unidades de obra que conforman este proyecto.

Si se realizase alguna modificación del proyecto, o se modificara algún sistema constructivo de los aquí previstos, es obligado constatar las interacciones de ambas circunstancias en las medidas de prevención contenidas en el presente estudio de seguridad y salud, debiéndose redactar, en su caso, las modificaciones necesarias.

6. PRESUPUESTO

6.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Caja General de Protección				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
ud.	Fusible: de cartucho; gG; 315A; 500VCA; 440VCC; NH	3	10,32 €	30,96 €
ud.	Caja de acometida CGP GL 400 A esquema 9 BUC	1	203,81 €	203,81 €
ud.	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	1	110,00 €	110,00 €
			Subtotal	344,77 €
CGP				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
m	Cable eléctrico unipolar, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x150 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1,	90	14,01	1.260,90 €

	de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta y resistencia a los agentes químicos. Según UNE 21123-4.			
m	Cable eléctrico unipolar, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x70 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta y resistencia a los agentes químicos. Según UNE 21123-4.	30	10,28 €	308,40 €

m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	30	5,43 €	162,90 €
			Subtotal	1.732,20 €
TOTAL DE LA CGP Y DE LA LGA				2.076,97 €

6.2. DERIVACIONES INDIVIDUALES Y CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

Centralización de Contadores				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
ud.	3NA3012 SIEMENS cartucho de fusibles NH, NH0, Entrada: 32 A, gG, Un AC: 500 V, indicador de fusión superior	32,00	15,76 €	504,32 €
ud.	NH G0 20A 500AC/440VDC - Fusible de cuchilla NH0 20A 3NA3007	3,00	24,60 €	73,80 €
ud.	Módulo para ubicación de tres contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	10,00	72,47 €	724,70 €

ud.	Módulo para ubicación de tres contadores trifásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,00	80,02 €	80,02 €
ud.	Contador de energía monofásica Orbis Contax, 230V, 25 A para las viviendas.	29,00	78,43 €	2.274,47 €
ud.	Contador eléctrico digital trifásico, 230/400V, con un rango de intensidad 5-80A.	2,00	110,36 €	220,72 €
			Subtotal	3.878,03 €
Derivaciones individuales				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
m	Cable unipolar H07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase B2ca-s1a,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	77,20	1,79 €	504,32 €
m	Cable unipolar H07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase B2ca-s1a,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de	228,70	2,90 €	73,80 €

	poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.			
m	Cable unipolar H07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase B2ca-s1a,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	195,90	4,56 €	893,30 €
m	Tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	305,90	1,36 €	416,02 €

m	Tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	195,90	2,08 €	407,47 €
			Subtotal	2.294,92 €
TOTAL DE LA CC Y LA DI				6.172,95 €

6.3. SERVICIOS GENERALES

Interrupidores Diferenciales				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	Interruptor automático Control Potencia C60n ICP-M 4 Polos 40A - Schneider Electric	1,00	184,40 €	184,40 €
uds.	Protector sobretensiones IGA 4P 32A C 10KA Permanente según normativa EN-50550 y Transitorio 20-40K 440V	1,00	151,25 €	151,25 €
uds.	Interruptor diferencial; Acti9 ID-K; 4P; 40A; 30 MA AC	1,00	495,88 €	495,88 €
			Subtotal	831,53 €
Pequeños Interrupidores Diferenciales				

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	MUN416A Hager, Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 16A	1,00	182,30 €	182,30 €
uds.	MUN210A Hager, Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 10A	1,00	41,49 €	41,49 €
uds.	MUN206A Hager, Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 6A	5,00	85,77 €	428,85 €
uds.	MUN232A Hager, Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 32A	1,00	84,46 €	84,46 €
			Subtotal	737,10 €
Conductores				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	116,60	0,92 €	107,27 €
m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja	91,8	1,17 €	107,41 €

	emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.			
			Subtotal	214,68 €
Puntos de Consumo e Interruptores				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	Interruptor unipolar, gama básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco	20,00	10,84 €	216,80 €
uds.	Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	2,00	7,22 €	14,44 €
uds.	Lámpara fluorescente compacta TC-TELI de 32 W.	30,00	10,64 €	319,20 €
uds.	Aplique de pared, de 402x130x400 mm, para 1 lámpara fluorescente TC-L de 24 W, con cuerpo de luminaria formado por perfiles de aluminio extruido, acabado termoestablado, de color blanco; reflector acabado termoestablado de color blanco; difusor de policarbonato con chapa microperforada; protección IP20, aislamiento clase F y rendimiento mayor del 65%.	12,00	102,80 €	1.233,60 €
uds.	Kit de portero electrónico compuesto por módulo compacto para audio con 10 pulsadores de llamada en dos columnas, módulo de sonido, cierre superior e inferior, caja de empotrar fuente de	1	350,48 €	350,48 €

	alimentación y 10 teléfonos con llamada electrónica.			
			Subtotal	2.134,52 €
Cajas y Tubos				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 14 módulos.	1,00	35,70 €	35,70 €
uds.	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama.	116,60	0,36 €	41,98 €
uds.	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la	91,80	0,42 €	38,56 €

	llama.			
			Subtotal	116,23 €
TOTAL DE LOS SERVICIOS GENERALES				4.034,06 €

6.4. GARAJE

Interruptores Diferenciales				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	Interruptor automático Control Potencia C60n ICP-M 4 Polos 40A - Schneider Electric	1,00	184,40 €	184,40 €
uds.	Protector sobretensiones IGA 4P 32A C 10KA Permanente según normativa EN-50550 y Transitorio 20-40K 440V	1,00	151,25 €	151,25 €
uds.	Interruptor diferencial; Acti9 ID-K; 4P; 40A; 30 MA AC	1,00	495,88 €	495,88 €
			Subtotal	831,53 €
Pequeños Interruptores Diferenciales				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	MUN406A Hager, Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 6A	2,00	67,00 €	134,00 €
uds.	MUN206A Hager, Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 6A	4,00	85,77 €	343,08 €
uds.	MUN232A Hager, Interruptor automático	1,00	84,46 €	84,46 €

	magnetotérmico bipolar de 32A			
			Subtotal	561,54 €
Conductores				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
m	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNEEN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo	649,90	0,76 €	493,92 €
m	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNEEN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo	282,6	0,89 €	251,51 €
m	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNEEN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo	15	1,24 €	18,60 €
			Subtotal	764,04 €
Puntos de Consumo e Interruptores				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)

uds.	Interruptor unipolar, gama básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco	3,00	10,84 €	32,52 €
uds.	Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	2,00	7,22 €	14,44 €
uds.	Luminaria, de 1276x170x100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 36 W, con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, acabado termoesmaltado, de color blanco; difusor de metacrilato; balasto magnético; protección IP65 y rendimiento mayor del 65%.	16,00	30,37 €	485,92 €
uds.	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.	11,00	41,73 €	459,03 €
uds.	Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, panel de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas, según UNE 23007-2 y UNE 23007-4.	1	195,55 €	195,55 €
uds.	Central de detección automática de monóxido de carbono, microprocesada de 1 zona de detección, con caja y puerta metálica con cerradura, con módulo de alimentación, rectificador de corriente, panel de control con display retroiluminado para indicar la	1	355,03 €	355,03 €

	concentración del gas en partes por millón, ajustar los niveles de ventilación, alarma y sensibilidad de detección, aviso e indicación de avería, según UNE 23300.			
uds.	Ventilador helicoidal tubular con hélice de aluminio de álabes inclinables, motor para alimentación trifásica a 230/400 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase H, grado de protección IP55, camisa corta con tratamiento anticorrosión por cataforesis, acabado con pintura poliéster y caja de bornes ignífuga, de 1450 r.p.m., potencia absorbida 0,25 kW, caudal máximo 4340 m ³ /h, para trabajar inmerso a 300°C durante dos horas, según UNE-EN 12101-3.	2	855,59 €	1.711,18 €
uds.	Equipo de motorización para apertura y cierre automático, para puerta de garaje corredera de hasta 1000 kg de peso.	2	540,00 €	1.080,00 €
uds.	Accesorios (cerradura, pulsador, emisor, receptor y fotocélula) para automatización de puerta de garaje.	2	305	610,00 €
			Subtotal	4.943,67 €
Cajas, Tubos y Canalizaciones				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 14 módulos.	1,00	35,70 €	35,70 €

uds.	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama.	932,50	0,36 €	335,70 €
uds.	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama.	15,00	0,42 €	6,30 €
			Subtotal	377,70 €
TOTAL DE LOS GARAJES				7.478,48 €

6.5. VIVIENDAS

Interruptores Diferenciales				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	Interruptor de control de potencia Legrand 603038 2P 25A 230/400V	20,00	32,50 €	650,00 €
uds.	Protector sobretensiones IGA 2P 25A C 10KA Permanente según normativa EN-50550	20,00	52,03 €	1.040,60 €

uds.	Diferencial schneider A9R60240 2P 40A 30ma	20,00	23,50 €	470,00 €
			Subtotal	2.160,60 €
Pequeños Interruptores Diferenciales				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	MUN210A Hager, Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 10A	20,00	41,49 €	829,80 €
uds.	MUN216A Hager, Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 16A	20,00	42,20 €	844,00 €
uds.	MUN220A Hager, Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 20A	40,00	43,55 €	1.742,00 €
uds.	MUN225A Hager, Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 25A	20,00	44,12 €	882,40 €
			Subtotal	4.298,20 €
Conductores				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	2346,00	0,47 €	1.102,62 €
m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	2715,00	0,60 €	1.629,00 €

m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	595,50	0,73 €	434,72 €
m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	657,00	0,93 €	611,01 €
			Subtotal	3.777,35 €
Puntos de Consumo e Interruptores				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	Interruptor unipolar, gama básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco	312,00	10,84 €	3.382,08 €
uds.	Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	195,00	7,22 €	1.407,90 €
uds.	Base de enchufe de 25 A 2P+T y 250 V para cocina, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	40,00	11,75 €	470,00 €
uds.	Lámpara fluorescente compacta TC-TELI de 32 W.	260,00	10,64 €	2.766,40 €

			Subtotal	8.026,38 €
Cajas, Tubos y Canalizaciones				
Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
uds.	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 14 módulos.	20,00	35,70 €	714,00 €
uds.	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama.	2346,00	0,36 €	844,56 €
uds.	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama.	3310,50	0,42 €	1.390,41 €

uds.	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama.	657,00	0,49 €	321,93 €
			Subtotal	3.270,90 €
TOTAL DE LAS VIVIENDAS				21.553,43€

6.6. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL

CGP y LGA	2.076,97 €
CC y DI	6.172,95 €
Garaje	7.478,48 €
Servicios Generales	4.034,06 €
Viviendas	21.533,43 €
TOTAL	41.295,88 €

El presupuesto asciende a cuarenta y un mil doscientos noventa y 5 euros con ochenta y ocho céntimos.

6.7. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Total del presupuesto de ejecución material	41.295,88 €
13% de Gastos Generales (GG)	5.368,46 €
6% de Beneficio Industrial (BI)	2.477,75 €
Base Imponible	49.142,10 €
21% de IVA	10.319,84 €
TOTAL DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	59.461,94 €

El presupuesto ascienda a cincuenta y nueve mil euros con noventa y cuatro céntimos.

6.8. PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

TOTAL DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	59.461,94 €
4% DE Ingeniería	2.378,48 €
IVA (21%) del 4% de Ingeniería	499,48 €
4% de Dirección de Obra	2.378,48 €
IVA (21%) del 4% de Dirección de Obra	499,48 €
2,8% Licencia de Obra en Cartes	1.664,93 €
TOTAL PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	66.882,79 €

PRESUPUESTO FINAL: 66.882,79 €

El presupuesto total de la obra, para el conocimiento de la administración, ascienda a sesenta y seis mil ochocientos ochenta y dos euros con setenta y nueve céntimos.

7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] [Normativa], «*Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS*», Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo.
- [2] [Normativa], «*Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI*», Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo.
- [3] [Normativa], «*Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*», Real Decreto 842/2002, modificación B.O.E. 16/03/2002.
- [4] «*Guía Técnica de Aplicación del REBT*,» [En línea]. Available: <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/guia-tecnica-aplicacion.aspx>.
- [5] «*Catálogo - Electromaterial*,» [En línea]. Available: https://www.electromaterial.com/epages/eb2961.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/eb2961/Categories.
- [6] [Normativa] «*UNE 21123-4:2017*», Versión corregida 2017-04-05.
- [7] [Normativa] «*Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo*.n», de 1 de julio de 2015, D.O.U.E. 2016.
- [8] «*Catálogo de Cables RCT*,» [En línea]. Available: <https://www.cablesrct.com/>.
- [9] «*Motor Puerta de Garaje - Elymar*,» [En línea]. Available: <https://elymar.es/cual-es-la-potencia-para-un-motor-de-puerta-de-garaje/>.
- [10] «*Ventilador para extracción de humos - Generador de Precios*,» [En línea]. Available: <http://www.generadordeprecios.info/>.

- [11] «Luminaria Fluorescente 36W - Generador de Precios,» [En línea]. Available: <http://www.generadordeprecios.info/>.
- [12] «Alumbrado de Emergencia - Generador de Precios,» [En línea]. Available: <http://www.generadordeprecios.info/>.
- [13] «Sistema de Detección de CO - Casmarglobal,» [En línea]. Available: <https://www.casmarglobal.com/es/cco-302.html>.
- [14] «Central de detección de incendios - Electronicatoribio,» [En línea]. Available: <http://electronicatoribio.es/centrales-de-incendio-serie-500/873-central-de-incendios-convencional-bosch-fpc-500-2-de-dos-zonas.html>.
- [15] «Cable tipo RZ1-K (AS+) - Topcable,» [En línea]. Available: <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/los-cables-sz1-k-as-y-rz1-k-as-son-equivalentes/>.
- [16] [Normativa] «UUNE-EN 50200:2016», Editada 2016-03-23.
- [17] «Catálogo df-Electric,» [En línea]. Available: <https://www.dfelectric.es/es/catalogos/#nh-cuchillas>.
- [18] «Hager - Catálogo,» [En línea]. Available: <https://hager.com/es>.
- [19] [Normativa] «Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA», NTE-ITA/1973, B.O.E. de 31 de marzo de 1973, páginas 6360 a 6400.
- [20] «Consumo del portero automático,» [En línea]. Available: <https://www.videoportero.com/>.
- [21] «Tomas de corriente, uso general,» [En línea]. Available: <https://www.aprendeelectricidad.com/enchufe-tomas-de-corriente/>.
- [22] B. Bueno González, «Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 7ª Edición» [Guía práctica y Fórmulas útiles], Marcombo.
- [23] «Instalación Eléctrica - Total Engies,» [En línea]. Available: <https://www.totalenergies.es/es/hogares/atencion-al-cliente/que->

necesitas/instalacion-de-luz.

7.1. CATÁLOGOS

- Catálogo Hager
- Catálogo df-Electronics
- Catálogo Electromaterial
- Catálogo de Cables RCT
- Catálogo Elymar
- Catálogo Casmarglobal
- Catálogo Electronicatoribio
- Generdor de Precios

7.2. SOPORTE INFORMÁTICO

- Microsoft Office Word 365
- Microsoft Office Excel 365
- Microsoft Office Power Point 365
- AutoCAD 2023
- Generador de precios