UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL EN

ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN PARA UN CONCESIONARIO DE VEHÍCULOS

Autor: D. Ángel Villanueva de la Hermosa Tutora: Dra. Dña. Rosa Ana Salas Merino

Leganés (Madrid), Mayo de 2014

Agradecimientos

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a mis padres, a mi hermana y a mi novia por todo el apoyo recibido durante estos años.

A mis amigos y compañeros de universidad, por todas las horas de estudio compartidas.

Y por último a mi tutora Rosa Ana Salas. Gracias a ella este Proyecto ha sido llevado a cabo.

Índice

ÍNDICE

Introducción.....13

Objetivos.....17

Capítulo 1: Estudio Técnico.....21

1.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL EDIFICIO.....22

1.2 DESCRIPCIÓN PREVIA.....23

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS.....24

1.3.1 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.....24

Capítulo 2: Memoria de Instalaciones.....25

2.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....26

2.1.1 GENERALIDADES.....26

2.1.1.1 OBJETO.....26
2.1.1.2 NORMATIVA.....26

2.1.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA.....28

2.1.3 POTENCIAS PREVISTAS.....28

2.1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....32

2.1.4.1 ORIGEN DE LA INSTALACIÓN.....32
2.1.4.2 EQUIPO DE MEDIDA.....32
2.1.4.3 DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....32
2.1.4.4 DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.....34
2.1.4.5 INSTALACIÓN INTERIOR.....35
2.1.4.6 CAIDA DE TENSIÓN.....37
2.1.4.7 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.....37
2.1.4.8 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....39
2.1.4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....39
2.1.4.10 RED DE TIERRA.....39

Capítulo 3: Cálculos y Resultados.....43

3.1 CÁLCULOS.....44

3.1.1 FÓRMULAS UTILIZADAS 44
3.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS Y RESULTADOS 48
3.2.1 SECCIÓN DE LAS LINEAS 48
3.2.2 PROTECCIONES 54
3.2.3 REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES 74
3.2.4 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA 75
Capítulo 4: Pliego de Condiciones 81
4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES 82
4.1.1 GENERALIDADES 82
4.1.2 CONDUCTORES ELÉCTRICOS 82
4.1.3 CONDUCTORES DE NEUTRO 83
4.1.4 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN 84
4.1.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES 85
4.1.6 TUBOS PROTECTORES 85
4.2 NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES 86
4.2.1 COLOCACIÓN DE TUBOS 86
4.2.2 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN 89
4.2.3 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA 90
4.2.4 APARATOS DE PROTECCIÓN 91
4.2.5 INSTALACIONES EN CUARTO DE BAÑO O ASEO 99
4.2.6 RED EQUIPOTENCIAL 100
4.2.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA 101
4.2.8 ALUMBRADO 103
4.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS 105
4.3.1 COMPROBACIÓN DE LA PUESTA DE TIERRA 105
4.3.2 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO 105
4.4 CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD . 106

Capítulo 5: Estudio básico de Seguridad y Salud 107

5.1 INTRODUCCIÓN 108

5.2 NORMAS DE SEGURIDA APLICABLES EN LA OBRA.... 109

5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS 110

5.3.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS 110

5.4 BOTIQUÍN 113

5.5 TRABAJOS POSTERIORES..... 114

5.5.1 REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO..... 114

5.6 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR..... 115

5.7 COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 116

5.8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 117

5.9 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 117

5.10 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS..... 119

5.11 LIBRO DE INCIDENCIAS 120

5.12 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 121

5.13 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES..... 121

5.14 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS..... 122

Capítulo 6: Presupuesto.....123

6.1 ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO 124

6.2 PRESUPUESTO DETALLADO POR SUBGRUPO 125

Capítulo 7: Conclusiones y trabajo futuro 131

7.1 CONCLUSIONES..... 132

7.2 TRABAJO FUTURO..... 133

Capítulo 8: Anexos 135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Potencias previstas 28
Tabla 2. 2 Valores de las potencias a instalar 28
Tabla 2. 3 Potencias previstas Fuerza Taller 29
Tabla 2. 4 Potencias previstas Alumbrado Taller 29
Tabla 2. 5 Potencias previstas Fuerza Planta Baja 30
Tabla 2. 6 Potencias previstas Alumbrado Planta Baja 30
Tabla 2. 7 Potencias previstas Fuerza Planta Primera 31
Tabla 2. 8 Potencias previstas Alumbrado Planta Primera 31
Tabla 2. 9 Características de la instalación de puesta a tierra 40

Tabla 3. 1 Cálculos de la sección de derivación individual 49
Tabla 3. 2 Cálculos para el Cuadro Principal 50
Tabla 3. 3 Cálculos para el Cuadro secundario Planta Baja 51
Tabla 3. 4 Cálculos del cuadro secundario SAI 52
Tabla 3. 5 Cálculos para el Cuadro secundario Planta Primera 54
Tabla 3. 6 Cálculos de sobrecarga del Cuadro Principal de Instalación Interior 57
Tabla 3. 7 Cálculos de sobrecarga del cuadro secundario Planta Baja de Instalación interior 60
Tabla 3. 8 Cálculos de sobrecarga del cuadro secundario SAI de instalación interior 60
Tabla 3. 9 Cálculos de sobrecarga del cuadro secundario Planta Primera de instalación interior 63
Tabla 3. 10 Cálculos de Cortocircuito para el Cuadro Principal 66
Tabla 3. 11 Cálculos de cortocircuito del cuadro secundario Planta Baja 69
Tabla 3. 12 Cálculos de cortocircuito del cuadro secundario SAI 70
Tabla 3. 13 Cálculos de cortocircuito del cuadro secundario Planta Primera 74
Tabla 3. 14 Cálculos para la regulación de las protecciones 74
Tabla 3. 15 Cálculos de protecciones para Cuadro Principal 76
Tabla 3. 16 Cálculos de protecciones para Cuadro secundario Planta Baja 77
Tabla 3. 17 Cálculos de protecciones para Cuadro secundario SAI 78
Tabla 3. 18 Cálculos sensibilidad para Cuadro principal 78
Tabla 3. 19 Cálculos sensibilidad cuadro secundario Planta Baja 79
Tabla 3. 20 Cálculos de protecciones para Cuadro secundario SAI 80
Tabla 3. 21 Cálculos sensibilidad para Cuadro secundario Planta Primera 80

ÍNDICE DE FÍGURAS

Figura 2.1 Caja general de protección y medida 32
Figura 2.2 Fotografía de la caja y interruptor general de potencia..... 35
Figura 2.3 Fotografía de caja de derivación 37
Figura 2.4 Fotografía de interruptor automático magnetotérmico 38
Figura 2.5 Fotografía de interruptor automático de corte omnipolar 38
Figura 2.6 Fotografía de pica de acero cobrizado 39
Figura 2.7 Fotografía de caja de poliéster para medida de la resistencia a tierra..... 40
Figura 5.1 Casco de Seguridad..... 112
Figura 5.2 Calzado de Seguridad..... 112
Figura 5.3 Gafas de seguridad 112
Figura 5.4 Pantalla de soldador 113
Figura 5.5 Protectores auditivos 113
Figura 5.6 Fotografía botiquín..... 113
Figura 6.1 Gráfico presupuesto por subgrupo 124

Introducción

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente Proyecto de fin de carrera es definir todo el conjunto de instalaciones necesarias para poder poner en marcha la ejecución de un concesionario de vehículos situado en un edificio construido expresamente para dicha finalidad.

La actuación que nos ocupa se realiza sobre un edificio sin actividad anterior, edificado expresamente para esta actividad. El local, objeto de este proyecto, está situado en la C/Torrente, 2, Polígono Industrial La Laguna en Fuenlabrada, provincia de Madrid.

El promotor de este edificio es TOYOTA S.L.U, con domicilio en la Avenida de Bruselas 22, Arroyo de la Vega, de Alcobendas, provincia de Madrid y CIF: B-80419922 y ha encomendado la ejecución del proyecto de instalación eléctrica a la empresa EDISON INGENIERIA S.L., con domicilio en social en la C/Pimienta, 53 de Tres Cantos, provincia de Madrid y CIF: B-82668294.

La documentación que se entregara en este proyecto tiene como estructura los siguientes puntos principales:

- MEMORIA
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO
- PLANOS

Memoria descriptiva

Se añade una memoria explicativa con todo detalle del proyecto. En este apartado se realiza una descripción detallada y exhaustiva de las soluciones tomadas en cada instalación. En ella pueden observarse los cálculos necesarios y todas las decisiones que se han de tomar durante toda la ejecución del proyecto.

Pliego de condiciones

En este punto se incluyen todas las condiciones de carácter contractual, exhaustivas y obligatorias que se establecen en las clausulas que se aceptan en el contrato para realizar el presente proyecto.

Presupuesto

En el contenido de este proyecto se incluye un presupuesto, el cual hace una medición y a su vez una descripción muy detallada de todo aquello necesario para la correcta ejecución del proyecto. Cada instalación tendrá su apartado dentro del presupuesto y como resumen aparecerá el cómputo global de todos los gastos surgidos en la ejecución total de la obra.

Planos

En este punto se incluyen los distintos planos en los cuales quedaran reflejadas las características generales y superficies que conforman el edificio destinado a la actividad de concesionario de vehículos. El objetivo de los planos es el de facilitar la asimilación visual del proyecto.

Ayudados por los planos realizaremos un estudio técnico y desarrollaremos las instalaciones, reflejando en dichos planos las soluciones adoptadas. Las instalaciones a proyectar serán todas las relacionadas con la instalación de baja tensión.

Objetivos

OBJETIVOS

Los objetivos de este *Proyecto Fin de Carrera* son los siguientes:

- *Definir todas las obras relacionadas con las Instalaciones de Baja tensión del concesionario. Definiremos las medidas adoptadas para fuerza e iluminación.*

De acuerdo con lo expuesto previamente y con el objeto de llevar a cabo dichas instalaciones, se han realizado las siguientes tareas y utilizado los programas informáticos que se detallan a continuación:

- Búsqueda y estudio de fabricantes para el suministro de los elementos que componen cada instalación.
- Realización de la memoria explicativa del funcionamiento de cada una de las instalaciones.
- Proyección de la instalación mediante el programa de diseño AutoCAD® [1].

El contenido de esta memoria se distribuye en ocho capítulos, en los que se dará cobertura a los temas expuestos. En lo que sigue se da una breve descripción de cada uno de ellos.

- El ***Capítulo 1*** está dedicado al Estudio Técnico; el cual nos dará una idea de la arquitectura del edificio así como las especificaciones técnicas que se exigen en estas instalaciones. También daremos una pequeña descripción de las soluciones que se han adoptado en este caso.

- En el ***Capítulo 2*** se desarrolla la Memoria y se detallan más concretamente las instalaciones que se llevan a cabo así como sus componentes y sus características.

- En el ***Capítulo 3*** se encuentran los Cálculos y Resultados de las secciones de los conductores para la instalación de baja tensión.

- El ***Capítulo 4*** se centra en el Pliego de Condiciones. Este documento contiene la información necesaria para que el proyecto cumpla sus objetivos de acuerdo con los planos constructivos del mismo. Se indicarán las condiciones generales del trabajo, la descripción y características de los materiales a utilizar, los planos constructivos y la localización de la obra. También señala los derechos, obligaciones y responsabilidades de las partes que lo suscriben.

- El ***Capítulo 5*** se centra en el Estudio Básico de Seguridad y Salud. En este apartado se realiza un estudio sobre las condiciones necesarias de trabajo y de ejecución durante el periodo que dure el desarrollo de la obra.

- En el ***Capitulo 6*** se encuentra el Presupuesto. En este capítulo se describe de manera detallada los gastos y mediciones totales del proyecto; cada instalación incluye su capítulo, la suma de la cuantía de todos los capítulos da lugar al presupuesto total de la obra.

- El ***Capítulo 7*** se centra en las Conclusiones y Trabajo Futuro, que resultan del trabajo realizado a lo largo de esta memoria, se incluyen también una serie de propuestas que pudiesen ser ejecutadas posteriormente por la Propiedad para la mejora de la actividad.

- El ***Capítulo 8*** se centra en los Anexos. En este punto se muestran los planos con los que se puede conseguir un conocimiento más exacto de aquellas acciones que han de desarrollarse para llevar a cabo la instalación y dan una idea más visual de todo el proyecto.

Capítulo 1: Estudio Técnico

En este capítulo se pretende introducir las características del edificio objeto de estudio, así como las especificaciones requeridas en las instalaciones que competen a este Proyecto.

Para ello realizaremos un pequeño estudio del edificio para ver las características de nuestro emplazamiento y por último, describiremos de una manera somera las acciones que se realizarán en cada instalación.

1.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL EDIFICIO

En el presente Proyecto lo primero que se debe hacer es un estudio técnico del edificio proyectado. Para ello, se deben examinar con detalle los planos arquitectónicos ya existentes, hasta tener clara toda su arquitectura llegando incluso a conocer los materiales que se utilizaron para fabricar el forjado del edificio.

En este caso, el concesionario se divide en dos zonas claramente diferenciadas que podemos ver con detalle en los *Planos* del Capitulo 8; estas zonas a su vez están divididas en diferentes localizaciones destinadas a diferentes actividades dentro del concesionario tales como sala de exposición de vehículos, zona de venta, recepción del taller mecánico, almacén así como diversos despachos.

Las dos zonas principales, son las siguientes:

1. Planta baja
2. Planta Primera

1.- **Planta baja.** Esta planta está destinada a dar servicio a los clientes que acudan al concesionario, y las diferentes instalaciones necesarias para los trabajadores del centro. Esta planta estará compuesta de las siguientes partes:

- Zona de exposición V.O.
- Zona de exposición V.N.
- Cuarto de cuadros eléctricos que incluyen:
  - Cuadro de alumbrado y fuerza del concesionario que se ha denominado cuadro principal.
  - Cuadro de alumbrado y fuerza del concesionario que se ha denominado cuadro secundario.
  - Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI).

- Cuartos no técnicos.
    - Aseos.
    - Almacén.
    - Vestuarios.
    - Despachos.

2.- **Planta Primera**. Esta zona está destinada principalmente para la exposición de vehículos utilizando prácticamente toda su extensión para este fin. Esta planta estará compuesta de las siguientes partes:

- Zona de exposición V.N.
- Cuartos no técnicos.
    - Aseos.
    - Despachos.

1.2 DESCRIPCIÓN PREVIA

Tras haber realizado el estudio técnico del edificio nos encontramos en disposición de llegar a las conclusiones previas para dar solución al Proyecto. En este punto se realiza una descripción previa de las soluciones que se van a llevar a cabo en la memoria. Este documento se podría entregar al organismo de administración pertinente como Proyecto básico para su aprobación.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

1.3.1 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

El alumbrado del concesionario deberá permitir en todo momento unos niveles de iluminación que garanticen la utilización por el público y los trabajadores del centro. Todo el alumbrado definido en este proyecto deberá estar acorde con la normativa pertinente que se detalla posteriormente en el *Pliego de condiciones*.

- ***Alumbrado general***

Es aquel que estará en funcionamiento durante el periodo de apertura del concesionario de vehículos.

- ***Alumbrado de Emergencia***

Es aquel que permitirá que en caso de fallo del sistema de alumbrado general, la evacuación segura y fácil del personal que ese momento permanezca en el interior del concesionario hacia el exterior mediante un grupo electrógeno conmutado.

Capítulo 2: Memoria de Instalaciones

En este capítulo se desarrollarán con más detalle la instalación de Baja Tensión y fuerza diseñada en este Proyecto Fin de Carrera.

2.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Comenzaremos el capítulo con la instalación eléctrica.

2.1.1 GENERALIDADES

2.1.1.1 OBJETO

En este Apartado se describen las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que deberán llevarse a cabo como consecuencia de definir las características de la Instalación Eléctrica, de acuerdo con la normativa y la reglamentación existente. El alcance de este proyecto será el suministro de alumbrado para el interior del propio Edificio.

2.1.1.2 NORMATIVA

Los equipos, y todos sus componentes, han de cumplir los requisitos que establezcan los códigos, normas, recomendaciones, reglamentos o leyes vigentes, y cualquier disposición estatal, autonómica, provincial o local, en vigor.

En particular, estos equipos deberán cumplir, expresamente, las siguientes reglamentaciones y normas:

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto [2].
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados [3].
- UNE 20-434-90 Sistema de designación de cables [4].
- UNE 20-435-90 Parte 2: cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV [5].

- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintesidades [6].
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección [7].
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP) Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos [8].
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual [9].
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles [10].
- EN-IEC 60-269-1 (UNE): Fusibles de baja tensión [11].
- EN 60 898 (UNE – NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección de sobreintensidades [12].
- Normas particulares de la E.S.E [13].
- Reglamento sobre Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas [14].
- Normas u Ordenanzas Municipales, Autonómicas o Estatales que le afecten [15].
- Especificación técnica de alumbrado e iluminación para concesionario de vehículos (elaborada por el dueño del concesionario) [16].
- Especificaciones Técnicas Particulares a las cuales se alude en el conjunto de estos documentos, ó Normativas aludidas en dichas Especificaciones [17].
- Cualquier otra Norma que, sin estar específicamente descrita en este apartado, pueda afectar a esta instalación [18].

En caso de discrepancias entre Contrato, Memoria, Planos y Especificaciones, Pliegos Oficiales o cualquier otro documento relacionado con este trabajo, prevalecerá el criterio del documento más exigente.

En cualquier caso, se cumplirá toda la normativa vigente a fecha de ejecución del Proyecto.

2.1.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA

El suministro de energía eléctrica lo efectuará la compañía eléctrica mediante tensión alterna trifásica a la tensión de 230/400 V y a frecuencia de 50 Hz. La instalación interior partirá de una caja general de protección y medida común del edificio, que alimenta al cuadro de distribución para los circuitos de alumbrado y fuerza de la instalación.

2.1.3 POTENCIAS PREVISTAS

Las potencias previstas en la instalación eléctrica se detallan en la tabla 2.1, como puede observarse la instalación está dividida en dos tipos de líneas: una línea específica para el Alumbrado y otro tipo de línea específica será la de todos los elementos de Fuerza necesarios en la instalación

Zona Concesionario	Fuerza (W)	Alumbrado (W)	Potencia total (W)
Taller	34000	4044	38044
Planta Baja	28500	12204	40704
Planta Primera	32000	17288	49288

Tabla 2. 1 Potencias previstas

Los valores de potencias a instalar por tanto serán los siguientes que podemos encontrar en la tabla 2.2:

Tipo de potencia	Valor (W)
Potencia instalada alumbrado	33536
Potencia instalada Fuerza	94500
Total potencia a instalar	128036

Tabla 2. 2 Valores de las potencias a instalar

Los valores utilizados para calcular las diferentes potencias necesarias para cada zona del concesionario se detallan a continuación:

- **TALLER:**

FUERZA	
Elemento	**Potencia de cálculo (W)**
4 elevadores de Coches	21000
Tomas UV Trifásico	8000
Tomas UV Monofásico	5000
Total:	34000

Tabla 2. 3 Potencias previstas Fuerza Taller

ALUMBRADO	
Elemento	**Potencia de cálculo (W)**
3 luminarias Diocroicas FA 50	150
3 Downlights Bajo Consumo DXH 226CDM	210
6 luminarias Halogenuros Metálicos 250 W	2700
7 luminarias fluorescentes 2x36 W	908
Equipos autónomos Alumbrado de emergencia	76
Total:	4044

Tabla 2. 4 Potencias previstas Alumbrado Taller

Potencia total taller: 38044 W

- PLANTA BAJA:

FUERZA	
Elemento	**Potencia de cálculo (W)**
Aire acondicionado	16000
Central de alarma	500
Central incendios	1000
Central telecomunicaciones	1000
Tomas UV	4000
Tomas UV informática (tomas blancas PT)	3000
Tomas rojas puestos de trabajo	3000
Total:	28500

Tabla 2. 5 Potencias previstas Fuerza Planta Baja

ALUMBRADO	
Elemento	**Potencia de cálculo (W)**
62 Luminarias Halogenuros metálicos DHC 150CDM	10540
12 Luminarias Halogenuros metálicos DHC 70DM	1020
2 Luminarias Diacroicas FA 50	100
1 Downlight DLR 30	75
3 Luminarias Fluorescentes 2x36W	389
Equipos autónomos alumbrado de emergencia	80
Total:	12204

Tabla 2. 6 Potencias previstas Alumbrado Planta Baja

Potencia total planta baja: 40704 W

- **PLANTA PRIMERA:**

FUERZA	
Elemento	**Potencia de cálculo (W)**
Aire acondicionado	28000
Tomas UV	4000
Total:	32000

Tabla 2. 7 Potencias previstas Fuerza Planta Primera

ALUMBRADO	
Elemento	**Potencia de cálculo (W)**
74 luminarias Halogenuros Metálicos DHC 150 CDM	12580
12 Downlights bajo consumo DXH 226CDM	840
8 Downlights DLR 30	600
3 Rótulos Luminosos	3000
Equipos autónomos alumbrado de emergencia	128
Pilotos balizamiento en escalones	140
Total:	17288

Tabla 2. 8 Potencias previstas Alumbrado Planta Primera

Potencia total planta primera: 49288 W

De modo que como se ha citado anteriormente, la potencia total necesaria para la instalación es el resultado de la suma de las diferentes instalaciones diferenciadas:

POTENCIA TOTAL: TALLER + PLANTA BAJA + PLANTA PRIMERA = 38044 + 40704 + 49288 = 128036 W

2.1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

2.1.4.1 ORIGEN DE LA INSTALACIÓN

Desde el lugar donde se ubicara el Equipo de Medida del local objeto de este proyecto, partirá la derivación individual.

2.1.4.2 EQUIPO DE MEDIDA

El equipo de medida se instalara en el mismo lugar de la Caja General de Protección.

Se instalara un Equipo de medida de montaje en exterior que cumplirá con lo indicado en la ITC-BT-16 del REBT [2]: Instalaciones de Enlace. Contadores: Ubicación y sistemas de Instalación.

Figura 2.1 Caja general de protección y medida

2.1.4.3 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

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.

Desde el contador instalado por la compañía suministradora, existe una línea hasta el cuadro general de conductores con aislamiento. Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos reducida. La caída de tensión de la derivación es inferior al 1%.

Se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Cada derivación individual será independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de su protección. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas.

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.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectadas a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores. Desde estos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedaran conectados a la red registrable de tierras.

Los tubos y canales protectoras que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 por 100, siendo el diámetro exterior mínimo 32mm.

Las características de la derivación individual del local son:

Conductor libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 kV 4x95 mm² + TT 50 mm² + 1,5 mm². Según la norma UNE 21123-4. 1999 [32], las características de este conductor son las siguientes:

- RZ1-K: Cables sin armaduras ni pantalla, con conductores de cobre flexible.
- Tensión asignada: 0,6/1 kV.
- Aislamiento: polietileno reticulado XLPE.
- Temperatura máxima para el aislamiento:
    - Servicio normal: 90ºC.
    - Cortocircuito: 250ºC (5 segundos duración máxima).
- Tensión más elevada de utilización Um = 1,2 kV.

Canalizado bajo tubo de PVC no propagador de la llama DN: 75mm.

2.1.4.4 DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN

- **Interruptor de control de potencia**

Los interruptores generales de mando y protección se situaran lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual.

El cuadro de protección general, alimentado por la línea explicada en el punto anterior, deberá estar normalizado, realizado en chapa y provisto de una puerta metálica con cerradura. Todos los aparatos de mando y protección que componen el cuadro general de protección, se colocarán en el interior de un armario, con una placa de montaje con el objeto de fijación, canaletas de cables y reglero de bornas.

Los dispositivos de mando y protección de los circuitos se situarán a una altura Comprendida entre 1 y 2 metros respecto al suelo.

Inmediatamente antes de los demás dispositivos se colocara una caja para el interruptor general de potencia, en compartimento independiente y precintable.

La caja anteriormente citada se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección

Figura 2.2 Fotografía de la caja y interruptor general de potencia

Las envolventes de los cuadros se ajustaran a las normas UNE 20.451 [21], y UNE 60.439-3[22], con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 [23] e IK 07 según UNE-EN 50.102 [24].

2.1.4.5 INSTALACIÓN INTERIOR

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

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, a menos que se tomen medidas para proteger contra los efectos de las mismas. Se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las cubiertas, envolventes, mandos y pulsadores de maniobra tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados serán de material aislante.

Los diámetros de las canalizaciones deberán cumplir la instrucción ITC-BT-21 [25] en función del número y cometido de los conductores que albergan.

a) *Canalizaciones Horizontales*

En techos y suelos que fuesen necesarios se empleará el sistema de bandejas de rejilla para la distribución eléctrica por su accesibilidad. Partiendo del cuadro general de baja tensión se trazará un ruteado en disposición longitudinal y transversal por falso techo que permita con su disposición llegar a los puntos de conexión del local. Las principales ventajas de la canalización por medio de bandeja de rejilla son las siguientes:

- Versatilidad ante futuras reorganizaciones o ampliaciones de cableados.
- Facilidad de montaje.
- Seguridad (material no combustible).
- Única canalización compartida para todos los cableados.

b) *Canalizaciones Verticales*

Este tipo de canalizaciones estarán compuestas de materiales libres de halógenos y se colocarán discurriendo por rozas o en superficie para salvar distancias entre las bandejas de rejilla y los elementos de conexión. Las características que deben cumplir tanto las tuberías como sus accesorios son las que se detallan a continuación:

- Gran resistencia al aplastamiento y al impacto.
- Autoextinguibilidad.

c) *Cajas de derivación*

Las cajas de derivación serán de superficie autoextinguibles o metálicas aisladas, con bornas de conexión por tornillo y deberán estar colocadas en lugares accesibles, siendo su identificación legible y marcada en el exterior. Todos los cables conexionados en su interior estarán identificados de forma legible según el circuito al que pertenezca. Los empalmes se realizarán siempre con bornes o clemas de conexión destinadas a tal fin.

Figura 2.3 Fotografía de caja de derivación

d) Fuerza

Se prevé la instalación de nuevas tomas de fuerza en todo el local. Se utilizarán cajas de derivación (figura *2.3*.) empotradas en la pared con el objeto de distribuir las distintas líneas de fuerza.

2.1.4.6 CAIDA DE TENSIÓN

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%), considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente.

2.1.4.7 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Se tendrá en cuenta la instrucción ITC BT 22 [26], según la cual la protección frente a posibles defectos se hará mediante fusibles calibrados o interruptores automáticos magnetotérmicos.

Figura 2.4 Fotografía de interruptor automático magnetotérmico

a) Protección contra sobrecargas

El límite de intensidad admisible ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado y deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. El dispositivo de protección estará constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por cortacircuitos fusibles calibrados.

Figura 2.5 Fotografía de interruptor automático de corte omnipolar

b) Protección contra cortocircuitos

En el origen del circuito se establece 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. Como dispositivos de protección contra cortocircuitos se dispondrá de fusibles calibrados de características adecuadas y de interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

2.1.4.8 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Se tendrá en cuenta la instrucción ITC BT 24 [27], según la cual la protección frente a Contactos Directos se realizará para que la instalación y receptores estén dispuestos de tal forma que se impida el contacto con las partes activas de los mismos, recubriendo las partes activas con aislantes ó instalándolas en zonas difícilmente accesibles.

2.1.4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Se tendrá en cuenta la instrucción ITC BT 24 [27], según la cual la protección contra Contactos Indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en intensidad alterna en condiciones normales. Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben estar interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

2.1.4.10 RED DE TIERRA

Toda la instalación estará realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección, picas enterradas, arquetas y conexiones a red del edificio y cuadros. Las picas serán de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud. Las soldaduras entre cables serán aluminotérrmicas y cumplirán toda la instalación el REBT (reglamento eléctrico de baja tensión) [2] y las normas de la compañía suministradora.

Figura 2.6 Fotografía de pica de acero cobrizado

El punto de puesta a tierra estará formado por puente de conexión en caja de poliéster para la medida de la resistencia a tierra.

Figura 2.7 Fotografía de caja de poliéster para medida de la resistencia a tierra

A esta forma de tierra se conectarán todas las partes metálicas de los cuadros y carcasas metálicas de los receptores.

Los conductores de protección serán de cobre con el mismo aislamiento que los conductores activos, instalándose por la misma canalización.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la instrucción ITC-BT-18 [33].

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de 2.5 mm² si disponen de protección mecánica y de 4 mm² si no disponen de ella. Características de la instalación de puesta a tierra.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Pica vertical aislada	L = 2 m	50 Ohm x m

Tabla 2. 9 Características de la instalación de puesta a tierra

El valor de la resistividad el terreno (r_0) supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la

Instrucción ITC-BT-18 [33]. Se proyecta la instalación de un sistema de puesta a tierra de tipo unifilar con conductor de cobre y doble capa de aislamiento, puesto que irán por la misma canalización diversos circuitos y tiene la misma sección que los hilos de fase.

Capítulo 3: Cálculos y Resultados

En esta sección nos centraremos en describir los cálculos realizados para dimensionar la Instalación Eléctrica.

3.1 CÁLCULOS

3.1.1 FÓRMULAS UTILIZADAS

3.1.1.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

- **Monofásico**

$$I = \frac{P}{U \times \cos(\varphi)} \tag{3.1}$$

- **Trifásico**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos(\varphi)} \tag{3.2}$$

En las formulas se han empleado los siguientes términos:

P = Potencia activa en vatios (W)

I = Intensidad en Amperios (A)

ΔV = Caída de tensión en Voltios (V)

V = Tensión simple monofásica en voltios (V)

U = Tensión compuesta trifásica en voltios (V)

3.1.1.2 CAIDA DE TENSIÓN

- **Monofásico**

$$\Delta V = \frac{2 \times P \times L}{C \times V \times S} \tag{3.3}$$

$$S_{\min} = \frac{2 \times P \times L}{C \times V \times \Delta V_{\max}} \tag{3.4}$$

- **Trifásico**

$$\Delta V = \frac{2 \times P \times L}{C \times U \times S} \tag{3.5}$$

$$S_{\min} = \frac{2 \times P \times L}{C \times V \times \Delta V_{\max}} \tag{3.6}$$

En las formulas se han empleado los siguientes términos:

P = Potencia activa en vatios (W)

ΔV = Caída de tensión en Voltios (V)

V = Tensión simple monofásica en voltios (V)

U = Tensión compuesta trifásica en voltios (V)

S = Sección de la línea en mm²

L = Longitud de la línea en metros (m)

Cos (φ)= Factor de potencia

C = Conductividad, 56 m/Ω x mm² (por ser conductores de cobre)

En las **instalaciones de enlace,** la **caída de tensión** no superara los siguientes valores

(Por tratarse de instalación para un único usuario).

- Derivación individual: 1,5%

En **circuitos interiores** para instalaciones distintas de viviendas, la **caída de tensión** no superara los siguientes valores:

- Circuitos de Alumbrado: 3%
- Circuitos de Fuerza: 5%

3.1.1.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

- **Entre fases**

$$Icc = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z_T} \tag{3.7}$$

- **Fase y neutro**

$$Icc = \frac{U_F}{2 \times Z_T} \tag{3.8}$$

En las formulas se han empleado los siguientes términos:

Icc = Intensidad de cortocircuito en kilo amperios (kA)

U = Tensión compuesta trifásica en voltios (V)

U_F = tensión compuesta trifásica en voltios (V)

Z_T = Impedancia total en el punto de cortocircuito en miliohmios (m Ω)

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_T = \sqrt{(R_T)^2 + (X_T)^2} \tag{3.9}$$

Siendo:

$R_T = R_1 + R_2 + ... + R_{n:}$: Resistencia en el punto de cortocircuito (3.10)

$X_T = X_1 + X_2 + ... + X_{n:}$: Reactancia total en el punto de cortocircuito (3.11)

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \times t < C \times \Delta T \times S^2 \tag{3.12}$$

Donde:

I: Intensidad permanente de cortocircuito en amperios (A).

t: Tiempo de desconexión en segundos (s)

C: Constante que depende del tipo de material

ΔT : Sobre-temperatura máxima del cable en grados centígrados (ºC)

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase-neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

3.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS Y RESULTADOS

A continuación se detallan los resultados obtenidos mediante las formulas anteriormente citadas y los valores a tener en cuenta, que son los siguientes.

- Potencia instalada (Potencia de Alumbrado y Potencia de Fuerza).
- Distancia de cálculo (Longitud de la Línea instalada)
- Intensidades admisibles

3.2.1 SECCIÓN DE LAS LINEAS

3.2.1.1 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

En el inicio de toda instalación existe una parte fundamental, que es la definida como Derivación Individual, la cual se encarga de dar conexión entre la Centralización de Contadores del propio edificio y el Cuadro General de Mando y Protección del local.

A continuación en la tabla (3.1) se detallan las características de la sección calculada para la derivación individual.

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)
Derivación individual	128036	400	0,9	3	95	245	205,34	0,05

Tabla 3. 1 Cálculos de la sección de derivación individual

Iz: Intensidad máxima admisible de la línea en amperios (A)
I: Intensidad de la línea en amperios (A)
c.d.t: Caída de tensión en porcentaje (%)

3.2.1.2 INSTALACIÓN INTERIOR

- **CUADRO PRINCIPAL**

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)
Cuadro principal	128036	400	0,9	Puente	95	245	205,34	0
Cuadro secundario planta baja	40704	400	0,9	62	25	92,8	65,28	1,13
Cuadro secundario planta primera	49288	400	0,9	60	25	92,8	79,05	1,32
Trifásico1	9000	400	0,9	Puente	6	32	14,43	0
Elevador 1	3000	400	0,9	37	6	37	4,81	0,21
Elevador 2	6000	400	0,9	41	6	37	9,62	0,46
Trifásico 2	20000	400	0,9	Puente	6	32	32,08	0
Elevador 3	6000	400	0,9	45	6	37	9,62	0,50
Elevador 4	6000	400	0,9	49	6	37	9,62	0,55
Enchufes Taller Trifásicos	8000	400	0,9	47	6	37	12,83	0,70
Monofásico1	2368	230	0,95	Puente	6	36	10,84	0
Enchufes taller Monofásicos	2000	230	0,90	47	2,5	25	9,66	2,54
Alumbrado aseos	8	230	1	13	1,5	15	1,57	0,21

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)
Emergencias Aseos	8	230	1	15	1,5	15	0,03	0
Monofásico2	3932	230	0,95	Puente	6	36	18,00	0
Emergencias Despachos	24	230	1	18	1,5	15	0,10	0,02
Alumbrado despachos	908	230	1	18	1,5	15	3,95	0,74
Tomas UV Despachos 1	1500	230	0,90	14	2,5	21	7,25	0,57
Tomas UV Despachos 2	1500	230	0,90	31	2,5	21	7,25	1,26
Monofásico3	2744	230	1	Puente	6	36	11,93	0
Emergencias Nave	44	230	1	24	1,5	15	0,19	0,05
Alumbrado Nave 1	900	230	1	34	1,5	15	3,91	1,38
Alumbrado Nave 2	900	230	1	29	1,5	15	3,91	1,17
Alumbrado Nave 3	900	230	1	24	1,5	15	3,91	0,97

Tabla 3. 2 Cálculos para el Cuadro Principal

Iz: Intensidad máxima admisible de la línea en amperios (A)
I: Intensidad de la línea en amperios (A)
c.d.t: Caída de tensión en porcentaje (%)

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA**

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t. (%)	c.d.t.* (%)
Cuadro Secundario Planta baja	40704	400	0,9	Puente	25	92,8	65,28	0	1,13
Aire Acondicionado exposición VO B-0	4000	400	0,9	21	6	37	6,42	0,16	1,29
Monofásico 1	4661	230	1	Puente	6	36	20,27	0	1,13
Alumbrado Retail Concept	850	230	1	15	1,5	15	3,70	0,57	1,70
Alumbrado VN 1	1190	230	1	11	1,5	15	5,17	0,59	1,72
Alumbrado VO 2,4	1700	230	1	14	1,5	15	7,39	1,07	2,20

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t. (%)	c.d.t.* (%)
Alumbrado Cuarto Informática	389	230	1	14	1,5	15	1,69	0,25	1,38
Central Alarma	500	230	1	18	1,5	15	2,17	0,41	1,54
Emergencias 1	32	230	1	15	1,5	15	0,14	0,02	1,15
Monofásico 2	8000	230	0,9	Puente	10	50	38,65	0	1,13
Aire acondicionado B-1	4000	230	0,9	13	6	44	19,32	0,59	1,72
Aire acondicionadoB-2	4000	230	0,9	22	6	44	19,32	0,99	2,12
Monofásico 3	6544	230	0,95	Puente	10	50	29,95	0	1,13
Alumbrado despacho Asesor	1290	230	1	14	1,5	15	5,61	0,81	1,94
Alumbrado VN 2	1020	230	1	13	1,5	15	4,43	0,60	1,73
Alumbrado VO 1,3,5	2210	230	1	16	1,5	15	9,61	1,59	2,72
Tomas UV 1	2000	230	0,9	22	2,5	21	9,66	1,19	2,32
Emergencias 2	24	230	1	12	1,5	15	0,10	0,01	1,14
Monofásico 4	4000	230	0,9	Puente	10	50	19,32	0	1,13
Aire acondicionado B-3	4000	230	0,9	22	6	44	19,32	0,99	2,12
Monofásico 5	5499	230	0,98	Puente	6	36	24,40	0	1,13
Alumbrado VN Retail	2040	230	1	17	1,5	15	8,87	1,56	2,69
Alumbrado VN 3	1360	230	1	15	1,5	15	5,91	0,98	2,11
Emergencias 3	24	230	1	15	1,5	15	0,10	0,02	1,15
Alumbrado Hueco Escalera	75	230	1	8	1,5	15	0,33	0,03	1,16
Tomas UV 2	2000	230	0,90	28	2,5	21	9,66	1,51	2,6
Monofásico 6	8000	230	0,95	Puente	10	50	36,61	0	1,13
Cuadro SAI	5000	230	0,95	18	6	36	22,88	1,01	2,14
Tomas UV informática	3000	230	0,95	29	2,5	21	13,73	2,35	3,48

Tabla 3. 3 Cálculos para el Cuadro secundario Planta Baja

Iz: Intensidad máxima admisible de la línea en amperios (A)
I: Intensidad de la línea en amperios (A)
c.d.t: Caída de tensión en porcentaje (%)
c.d.t *: c.d.t Acumulada

- **CUADRO SECUNDARIO SAI**

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t* (%)
Cuadro Secundario SAI	5000	230	0,95	Puente	6	36	22,8	0	2,14
Central Telecomunicaciones	1000	230	0,95	3	2,5	21	4,58	0,08	2,22
Central Incendios	1000	230	0,95	3	2,5	21	4,58	0,08	2,22
Tomas Rojas Puestos de trabajo	3000	230	0,95	29	2,5	21	13,7	2,35	4,49

Tabla 3. 4 Cálculos del cuadro secundario SAI

Iz: Intensidad máxima admisible de la línea en amperios (A)
I: Intensidad de la línea en amperios (A)
c.d.t: Caída de tensión en porcentaje (%)
c.d.t *: c.d.t Acumulada

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA PRIMERA:**

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t* (%)
Cuadro Secundario Planta Primera	49288	400	0,9	Puente	25	92,8	79,05	0	1,32
Aire acondicionado Despachos 1ª-6	4000	400	0,9	14	6	37	6,42	0,10	1,42
Monofásico 1	8000	230	0,9	Puente	10	50	38,65	0	1,32
Aire acondicionado 1ª-1	4000	230	0,9	14	6	44	19,32	0,63	1,95
Aire acondicionado 1ª-4	4000	230	0,9	24	6	44	19,32	1,08	2,40
Monofásico 2	6094	230	1	Puente	10	50	26,50	0	1,32

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t* (%)
Alumbrado 1ª-1	1360	230	1	15	1,5	15	5,91	0,23	1,55
Alumbrado 1º-4	1190	230	1	9	1,5	15	5,17	0,48	1,80
Alumbrado 1ª-10,11	2040	230	1	18	1,5	15	8,87	1,65	2,97
Alumbrado Aseos y Despachos	1440	230	1	18	1,5	15	6,26	1,17	2,49
Emergencias 2	64	230	1	10	1,5	15	0,28	0,03	1,35
Monofásico 3	8000	230	0,9	Puente	10	50	38,65	0	1,32
Aire Acondicionado 1ª-2	4000	230	0,9	14	6	44	19,32	0,63	2,54
Aire Acondicionado 1ª-5	4000	230	0,9	27	6	44	19,32	1,22	2,54
Monofásico 4	5804	230	0,95	Puente	10	50	26,56	0	1,32
Alumbrado 1ª-2	1360	320	1	10	1,5	15	5,91	0,61	1,93
Alumbrado 1ª-5	1020	230	1	10	1,5	15	4,43	0,46	1,78
Alumbrado 1ª-7	1360	230	1	14	1,5	15	5,91	0,86	2,18
Tomas UV 1	2000	230	0,90	28	2,5	21	9,66	1,51	2,83
Emergencias 1	64	230	1	16	1,5	15	0,28	0,05	1,37
Monofásico 5	8000	230	0,9	Puente	10	50	38,65	0	1,32
Aire acondicionado 1ª-3	4000	230	0,9	15	6	44	19,32	0,68	2,00
Aire acondicionado B-0	4000	230	0,9	18	6	44	19,32	0,81	2,13
Monofásico 6	6390	230	0,95	Puente	10	50	29,24	0	1,32
Alumbrado 1ª-3	1190	230	1	7	1,5	15	5,17	0,37	1,69
Alumbrado 1ª-6	850	230	1	12	1,5	15	3,70	0,46	1,78
Alumbrado 1ª-8,9	2210	230	1	16	1,5	15	9,61	1,59	2,91
Tomas UV 2	2000	230	0,90	28	2,5	21	9,66	1,51	2,83
Emergencias 3	140	230	1	5	1,5	15	0,61	0,03	1,35

Circuito	Potencia Calculo (W)	Tensión (V)	Cos (φ)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t* (%)
Monofásico 7	3000	230	1	Puente	25	84	13,04	0	1,32
Rotulo Fachada	1000	230	1	18	2,5	21	4,35	0,81	2,13
Rotulo Rampa	1000	230	1	32	2,5	21	4,35	1,44	2,76
Rotulo Taller	1000	230	1	27	2,5	21	4,35	1,44	2,54

Tabla 3. 5 Cálculos para el Cuadro secundario Planta Primera

Iz: Intensidad máxima admisible de la línea en amperios (A)
I: Intensidad de la línea en amperios (A)
c.d.t: Caída de tensión en porcentaje (%)
c.d.t *: c.d.t Acumulada

3.2.2 PROTECCIONES

- **SOBRECARGA**

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

Iuso <= In <= Iz cable

Itc <= 1,45 x Iz cable

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

Iuso = Intensidad de uso prevista en el circuito

In = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico

Iz = Intensidad admisible del conductor o del cable

Itc = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional

Otros datos de la tabla son:

P Calc = Potencia calculada

Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica

- **CORTOCIRCUITO**

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

Icu >=Icc Max

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo como en el caso del cortocircuito mínimo:

- Para Icc max : Tp CC max < Tcable CC max
- Para Icc min : Tp CC min < Tcable CC min

Estando presentadas en la tabla las comprobaciones de la siguiente manera:

- Icu = Intensidad de corte ultimo del dispositivo
- Ics = Intensidad de corte ultimo en servicio. Se recomienda que supere Icc en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- Tp = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- Tcable = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

3.2.2.1 INSTALACIÓN INTERIOR

a) SOBRECARGA

- CUADRO PRINCIPAL

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Cuadro principal	128036	T	205,34	M-G Compact NS250N-TM.XD In:250 A; Un /690V; Icu:8/85kA; Curva I-t (Ptos)	245	308,8	355,30
Cuadro secundario Planta baja	40704	T	65,28	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	92,8	116	134,56
Cuadro secundario Planta primera	49288	T	79,05	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	92,8	115	134,56
Trifásico 1	9000	T	14,43	EN60898 6kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	32	36,3	46,40
Elevador 1	3000	T	4,81	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	37	29	53,65
Elevador 2	6000	T	9,62	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	37	29,0	53,65
Trifásico 2	20000	T	32,08	EN60898 6kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	32	58	46,40
Elevador 3	6000	T	9,62	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	37	29	53,65
Elevador 4	6000	T	9,62	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	37	29	53,65
Enchufes taller Trifásicos	8000	T	12,83	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	37	29	53,65
Monofásico 1	2368	M	10,84	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	36	36,3	52,20
Enchufes taller Monofásico	2000	M	9,66	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	25	23,2	36,25
Alumbrado Aseos	360	M	1,57	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Emergencias Aseos	8	M	0,03	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Monofásico 2	3932	M	18	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	36	36,3	52,20
Emergencias Despachos	24	M	0,10	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Tomas UV Despachos 1	1500	M	7,25	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Tomas UV Despachos 2	1500	M	7,25	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Monofásico 3	2744	M	11,93	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	36	36,3	52,20
Emergencias Nave	44	M	0,19	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado Nave 1	900	M	3,91	EN60898 M 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado Nave 2	900	M	3,91	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado Nave 3	900	M	3,91	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75

Tabla 3. 6 Cálculos de sobrecarga del Cuadro Principal de Instalación Interior

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA**

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Cuadro secundario planta baja	40704	T	65,28	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	92,8	116	134,56
Aire acondicionado exposición VO B-0	4000	T	6,42	EN60898 6kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C ;Categoría 3	37	23	53,65
Monofásico 1	4661	M	20,27	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C;Categoría 3	36	36,3	52,20
Alumbrado Retail Concept	850	M	3,70	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado VN-1	1190	M	5,17	EN60898 3kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado VO 2,4	1700	M	7,39	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado Cuarto Informática	389	M	1,69	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C ;Categoría 3	15	14,5	21,75
Central Alarma	500	M	2,17	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Emergencias 1	32	M	0,14	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Monofásico 2	8000	M	38,65	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Aire Acondicionado B-1	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,8
Aire Acondicionado B-2	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,8
Monofásico 3	6544	M	29,95	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,5

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Alumbrado Despacho Asesor	1290	M	5,61	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado VN-2	1020	M	4,43	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado VO 1,3,5	2210	M	9,61	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Tomas UV 1	2000	M	9,66	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Emergencias 2	24	M	0,10	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Aire Acondicionado B-3	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Monofásico 5	5499	M	24,40	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	36	36,3	52,20
Alumbrado VN Retail	2040	M	8,87	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado VN 3	1360	M	5,91	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Emergencias 3	24	M	0,10	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado Hueco escalera	75	M	0,33	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Tomas UV 2	2000	M	9,66	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Monofásico 6	8000	M	36,61	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C;Categoría 3	50	58	72,50
Cuadro SAI	5000	M	22,88	EN60898 3kA Curva C In:25A : Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	36	36,3	52,20

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Tomas UV Informática	3000	M	13,73	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C ;Categoría 3	21	23,2	30,45

Tabla 3. 7 Cálculos de sobrecarga del cuadro secundario Planta Baja de Instalación interior

- **CUADRO SECUNDARIO SAI**

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Cuadro Secundario SAI	5000	M	22,88	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Central Telecomunicaciones	1000	M	4,58	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Central Incendios	1000	M	4,58	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Tomas Rojas Puestos de Trabajo	3000	M	13,73	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45

Tabla 3. 8 Cálculos de sobrecarga del cuadro secundario SAI de instalación interior

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA PRIMERA**

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Cuadro Secundario Planta Primera	49288	T	79,05	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	92,8	116	134,56
Aire Acondicionado Despachos 1ª-6	4000	T	6,42	EN60898 6kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	37	23	53,65
Monofásico 1	8000	M	38,65	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Aire Acondicionado 1ª-1	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Aire Acondicionado 1ª-4	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Monofásico 2	6094	M	26,50	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Alumbrado 1ª-1	1360	M	5,17	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-4	1190	M	5,17	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-10,11	2040	M	8,87	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Emergencias 2	64	M	0,28	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Monofásico 3	8000	M	38,65	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Aire Acondicionado 1ª-2	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,6	63,80
Aire Acondicionado 1ª-5	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,6	63,80
Monofásico 4	5804	M	26,56	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Alumbrado 1ª-2	1360	M	5,91	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-5	1020	M	4,43	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-7	1360	M	5,91	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Tomas UV 1	2000	M	9,66	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Emergencias 1	64	M	0,28	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Monofásico 5	8000	M	38,65	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Aire Acondicionado 1ª-3	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,8

Circuito	PCalc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Aire Acondicionado B-0	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,8
Monofásico 6	6390	M	29,24	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Alumbrado 1ª-3	1190	M	5,17	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-5	850	M	3,70	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-8,9	2210	M	9,61	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Tomas UV 2	2000	M	9,66	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Emergencias 3	140	M	0,61	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Monofásico 7	3000	M	13,04	-	84	-	121,80
Rotulo Fachada	1000	M	4,35	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Rotulo Rampa	1000	M	4,35	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Rotulo Taller	1000	M	4,35	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45

Tabla 3. 9 Cálculos de sobrecarga del cuadro secundario Planta Primera de instalación interior

b) CORTOCIRCUITO

- CUADRO PRINCIPAL

Circuito	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc max min (kA)	Tcable CCmax CCmin (s)	Tp CCmax CCmin (s)
Cuadro Principal	T	M-G Compact NS250N-TM.Xd In:250A; Un:240/690V; Icu:8/85kA	36	36	5,0 2,5	>=5 >=5	0,02 0,02
Cuadro Secundario Planta Baja	T	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	5,0 1,1	0,46 >=5	0,02 0,02
Cuadro Secundario Planta Primera	T	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	5,0 1,1	0,46 >=5	0,02 0,02
Trifásico 1	T	EN60898 6kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	5,0 2,4	<0,1 <0,1	- -
Elevador 1	T	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	4,8 0,6	<0,1 1,79	- 0,02
Elevador 2	T	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	4,8 0,6	<0,1 2,09	- 0,02
Trifásico 2	T	EN60898 6kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	5,0 2,4	<0,1 0,22	- 0,02
Elevador 3	T	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	4,9 0,5	<0,1 2,40	- 0,02
Elevador 4	T	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	4,9 0,5	<0,1 2,74	- 0,02

Circuito	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc max min (kA)	Tcable CCmax CCmin (s)	Tp CCmax CCmin (s)
Enchufes Taller Trifásicos	T	EN60898 6kA Curva C In:20A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	4,9 0,5	<0,1 2,57	- 0,02
Monofásico 1	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,5 2,4	<0,1 <0,1	- -
Enchufes Taller Monofásicos	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,2	<0,1 2,00	- 0,02
Alumbrado aseos	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,5	<0,1 0,13	- 0,02
Emergencias aseos	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,4	<0,1 0,20	- 0,02
Monofásico 2	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,5 2,4	<0,1 0,1	- -
Emergencias despachos	M	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,3	<0,1 0,38	- 0,2
Alumbrados despachos	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,3	<0,1 0,38	- 0,2
Tomas UV Despachos 1	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,6	<0,1 0,20	- 0,2
Tomas UV Despachos 2	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,3	<0,1 0,79	- 0,2
Monofásico 3	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,5 2,4	<0,1 <0,1	- -

Circuito	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc max min (kA)	Tcable CCmax CCmin (s)	Tp CCmax CCmin (s)
Emergencias Nave	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,2	<0,1 1,00	- 0,2
Alumbrado Nave 1	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,2	<0,1 0,98	- 0,2
Alumbrado Nave 2	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,2	<0,1 0,75	- 0,2
Alumbrado Nave 3	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,4 0,2	<0,1 0,55	- 0,2

Tabla 3. 10 Cálculos de Cortocircuito para el Cuadro Principal

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA**

Circuito	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc max min (kA)	Tcable CCmax CCmin (s)	Tp CCmax CCmin (s)
Cuadro secundario Planta Baja	T	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	6	6	2,2 1,1	2,25 >=5	0,02 0,02
Aire Acondicionado Exposición VO B-0	T	EN60898 6kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:6kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	2,2 0,6	0,13 1,67	0,02 0,02
Monofásico 1	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 1,1	<0,1 0,49	0,02 0,02
Alumbrado Retail concept	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,2	<0,1 0,49	- 0,02
Alumbrado VN 1	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,40	- 0,02
Alumbrado VO 2,3	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,43	- 0,02
Alumbrado cuarto informática	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,32	- 0,02
Central Alarma	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,37	- 0,02
Emergencias 1	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,25	- 0,02
Monofásico 2	M	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 1,1	1,05 1,08	0,02 0,02

Circuito	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc max min (kA)	Tcable CCmax CCmin (s)	Tp CCmax CCmin (s)
Aire acondicionado B-1	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,7	0,54 1,17	0,02 0,02
Aire acondicionado B-2	M	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,6	0,54 1,76	0,02 0,02
Monofásico 3	M	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 1,1	1,05 1,08	0,02 0,02
Alumbrado Despacho asesor	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,39	- 0,02
Alumbrado VN 2	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,2	<0,1 0,72	- 0,02
Alumbrado VO 1,3,5	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,31	- 0,02
Tomas UV 1	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,2	1,05 1,08	- 0,02
Emergencias 2	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,2	<0,1 0,49	- 0,02
Monofásico 4	M	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 1,1	1,05 1,08	0,02 0,02
Aire acondicionado B-3	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,6	0,54 1,83	0,02 0,02
Monofásico 5	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 1,1	0,38 0,39	0,02 0,02

Circuito	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc max min (kA)	Tcable CCmax CCmin (s)	Tp CCmax CCmin (s)
Alumbrado VN Retail	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,34	- 0,02
Alumbrado VN 3	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,2	<0,1 0,61	- 0,02
Emergencias 3	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,43	- 0,02
Alumbrado Hueco Escalera	M	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,5	<0,1 0,13	- 0,02
Tomas UV 2	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,92	- 0,02
Monofasico 6	M	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 1,1	1,05 1,08	0,02 0,02
Cuadro SAI	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,6	0,39 1,14	0,02 0,02
Tomas UV informática	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	3	3	1,1 0,3	<0,1 0,96	- 0,02

Tabla 3. 11 Cálculos de cortocircuito del cuadro secundario Planta Baja

- **CUADRO SECUNDARIO SAI**

Circuito	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc max min (kA)	Tcable CCmax CCmin (s)	Tp CCmax CCmin (s)
Cuadro Secundario SAI	M	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoria 3	3	3	0,6 0,6	1,14 1,16	0,02 0,02
Central Telecomunicaciones	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoria 3	3	3	0,6 0,5	0,20 0,27	0,02 0,02
Central Incendios	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoria 3	3	3	0,6 0,5	0,20 0,27	0,02 0,02
Tomas Rojas Puestos de trabajo	M	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoria 3	3	3	0,6 0,2	0,20 1,37	0,02 0,02

Tabla 3. 12 Cálculos de cortocircuito del cuadro secundario SAI

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA PRIMERA**

Circuito	P calc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Cuadro secundario planta primera	49288	T	79,05	EN60898 6kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:.6kA; Tipo C; Categoría 3	92,8	116,0	134,56
Aire acondicionado despachos 1ª-6	4000	T	6,42	EN60898 6kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:.6kA; Tipo C; Categoría 3	37	23,0	53,65

Circuito	P calc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Monofásico 1	8000	M	38,65	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58,0	72,50
Aire acondicionado 1ª-1	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Aire acondicionado 1ª-4	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:80A Un:240/415V; Icu:.6kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Monofásico 2	6094	M	26,50	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:.6kA; Tipo C; Categoría 3	50	58	72,50
Alumbrado 1ª-1	1360	M	5,91	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-4	1190	M	5,17	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:.6kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-10,11	2040	M	8,87	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:.6kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado aseos y despachos	1440	M	6,26	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Emergencias 2	64	M	0,28	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75

Circuito	P calc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Monofásico 3	8000	M	38,65	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58,0	72,50
Aire acondicionado 1ª-2	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Aire acondicionado 1ª-5	4000	19,32		EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Monofásico 4	5804	M	26,56	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58,0	72,50
Alumbrado 1ª-2	1360	M	5,91	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-5	1020	M	4,43	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-7	1360	M	5,91	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Tomas UV 1	2000	M	9,66	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Emergencias 1	64	M	0,28	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75

Circuito	P calc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Monofásico 5	8000	M	38,65	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58,0	72,50
Aire acondicionado 1ª-3	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Aire acondicionado B-0	4000	M	19,32	EN60898 3kA Curva C In:25A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	44	36,3	63,80
Monofásico 6	6390	M	29,24	EN60898 3kA Curva C In:40A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	50	58,0	72,50
Alumbrado 1ª-3	1190	M	5,17	EN60898 3kA Curva C In:10ª Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-6	850	M	3,70	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Alumbrado 1ª-8,9	2210	M	9,61	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Tomas UV 2	2000	M	9,66	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Emergencias 3	140	M	0,61	EN60898 3kA Curva C In:10A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	15	14,5	21,75
Monofásico 7	3000	M	13,04	-	84	-	121,80

Circuito	P calc (W)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1,45xIz (A)
Rotulo fachada	1000	M	4,35	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Rotulo Rampa	1000	M	4,35	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45
Rotulo Taller	1000	M	4,35	EN60898 3kA Curva C In:16A Un:240/415V; Icu:.3kA; Tipo C; Categoría 3	21	23,2	30,45

Tabla 3. 13 Cálculos de cortocircuito del cuadro secundario Planta Primera

3.2.3 REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas.

Circuito	Tipo	Protecciones	Regulaciones
Cuadro principal	T	M-G Compact NS250N-TMxD In: 250 A; Un: 240 /690 V; Icu : 8/85 kA; Curva I-t (Ptos)	Ir = 0,95 x In Iccr = 7,5 x In

Tabla 3. 14 Cálculos para la regulación de las protecciones

Donde:

Ir = Intensidad regulada de disparo de sobrecarga.

Iccr = Intensidad regulada de disparo de cortocircuito.

3.2.4 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

3.2.4.1 RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la instrucción 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T) [2].

Se instalara una pica vertical aislada de acero cobrizado de 14mm de diámetro con una longitud (L) de 2m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = r_0/L = 50 / 2 = 25 \text{ Ohm}$$

Las soldaduras entre cables serán aluminotermicas y cumplirán toda la instalación el REBT y las normas de la compañía suministradora.

El valor de la resistividad del terreno (r_0) supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

3.2.4.2 RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3 Ohm.

3.2.4.3 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra como:

- **CUADRO PRINCIPAL**

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Trifásico 1	T	14,43	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Trifásico 2	T	32,08	IEC60947-2 Instantáneos In:63A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásico1	M	10,84	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásico2	M	18	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásico3	M	11,93	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030

Tabla 3. 15 Cálculos de protecciones para Cuadro Principal

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA**

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Aire acondicionado exposición VO B-0	T	6,42	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 1	M	20,27	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 2	M	38,65	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 3	M	29,95	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Monofásica 4	M	19,32	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 5	M	24,40	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 6	M	36,61	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V;Id:30mA; (I)	8,25	0,030

Tabla 3. 16 Cálculos de protecciones para Cuadro secundario Planta Baja

- **CUADRO SECUNDARIO SAI**

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Cuadro secundario SAI	T	22,88	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Aire acondicionado despachos 1ª-6	M	6,42	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásico 1	M	38,65	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásico 2	M	26,50	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 3	M	38,65	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 4	M	26,56	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 5	M	38,65	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030
Monofásica 6	M	29,24	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Monofásica 7	M	13,04	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	8,25	0,030

Tabla 3. 17 Cálculos de protecciones para Cuadro secundario SAI

Siendo:

Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica

I= Intensidad de uso prevista en la línea

Idef = Intensidad de defecto calculada

Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parasitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

- **CUADRO PRINCIPAL**

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	I no disparo (A)	I fugas (A)
Trifásico 1	T	14,43	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,003
Trifásico 1	T	32,08	IEC60947-2 Instantáneos In:63A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,003
Monofásico1	M	10,84	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,003
Monofásico2	M	18	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,003
Monofásico3	M	11,93	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,003

Tabla 3. 18 Cálculos sensibilidad para Cuadro principal

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA**

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	I no disparo (A)	I fugas (A)
Aire acondicionado exposición VO B-0	T	6,42	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 1	M	20,27	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,002
Monofásico 2	M	38,65	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 3	M	29,95	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,002
Monofásico 4	M	19,32	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 5	M	24,40	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,002
Monofásico 6	M	36,61	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,002

Tabla 3. 19 Cálculos sensibilidad cuadro secundario Planta Baja

- **CUADRO SECUNDARIO SAI**

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	I no disparo (A)	I fugas (A)
Cuadro secundario SAI	T	22,88	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001

Tabla 3. 20 Cálculos de protecciones para Cuadro secundario SAI

- **CUADRO SECUNDARIO PLANTA PRIMERA**

Circuito	Tipo	I (A)	Protecciones	I no disparo (A)	I fugas (A)
Aire Acondicionado despachos 1ª-6	T	6,42	IEC60947-2 Instantaneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 1	M	38,65	IEC60947-2 Instantaneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 2	M	26,50	IEC60947-2 Instantaneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 3	M	38,65	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 4	M	26,56	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,002
Monofásico 5	M	38,65	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 6	M	29,24	IEC60947-2 Instantáneos In:40A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,001
Monofásico 7	M	13,04	IEC60947-2 Instantáneos In:25A; Un:400V; Id:30mA; (I)	0,015	0,002

Tabla 3. 21 Cálculos sensibilidad para Cuadro secundario Planta Primera

Capítulo 4: Pliego de Condiciones

En el presente capítulo se presentan y se explican las condiciones básicas y necesarias para la adaptación de nuestro local.

Se realizará una descripción de las condiciones generales y seguidamente realizaremos una descripción de los componentes más importantes de la instalación.

4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

4.1.1 GENERALIDADES

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características específicas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 [34] que les sean de aplicación.

4.1.2 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

4.1.2.1 DERIVACIONES INDIVIDUALES

Según Instrucción ITC-BT-15 [35] en su apartado 1, 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 de montaje superficial
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa solo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir con la norma UNE-EN60.439-2 [22].
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 450/750 V. Para el caso de multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los

conductores será de 0,6/1 KV. La sección mínimo de los conductores será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección.

Según la instrucción ITC-BT-16 [36], con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será el rojo, y su sección mínima será de 1,5 mm².

4.1.2.2 CIRCUITOS INTERIORES

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores serán libres de halógenos ES 0721-K y RZ1-K 0,6/1KV.

La sección mínima de estos conductores será la fijada por la instrucción ITC BT 19.

En caso de que vayan montados sobre aisladores, los conductores podrán ser de cobre o aluminio desnudos, según lo indicado en la ITC BT 20 [37].

Los conductores desnudos o aislados, de sección superior a 16 milímetros cuadrados, que sean sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearan en forma de cables.

4.1.3 CONDUCTORES DE NEUTRO

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica.

Según la instrucción ITC-BT-19 [28] en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes.

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm² para cobre y 16 mm² para aluminio.

4.1.4 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la CGP, por la misma conducción por donde discurra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la instrucción ITC-BT-26 [38], en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentaran el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalaran por la misma canalización que estos y su sección será la indicada en la instrucción ITC-BT-19 [28] en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atraviese partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizaran por medio de empalmes soldados sin empleo de acido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomaran las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

4.1.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de la instalación se identificaran por los colores de su aislamiento.

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

4.1.6 TUBOS PROTECTORES

4.1.6.1 CLASES DE TUBOS A EMPLEAR

Los conductores irán canalizados bajo tubo de PVC no propagador de la llama, o en bandejas colgadas del techo del Local.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas.

- 60º C para los tubos aislantes constituidos por poli cloruro de vinilo o polietileno
- 70º C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

4.1.6.2 DIAMETRO DE LOS TUBOS Y NUMERO DE CONDUCTORES POR CADA UNO DE ELLOS

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la instrucción ITC-BT-21 [25], en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante

4.2 NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES

4.2.1 COLOCACIÓN DE TUBOS

Se tendrá en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC-BT-21 [25].

4.2.1.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

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

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

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo 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.

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 destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos están constituidos por materiales susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicara a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y , si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejado uno de los brazos sin utilizar.

Los tubos metálicos que sean accesibles 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.

4.2.1.2 TUBOS EN MONTAJE SUPERFICIAL

Cuando los tubos se coloquen 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%.

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.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

4.2.1.3 TUBOS EMPOTRADOS

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectué después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0,5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o “tes” apropiados, pero en este último caso solo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedaran accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedaran enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo al techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

4.2.1.4 TUBOS EN MONTAJE AL AIRE

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo.

Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones, las características mínimas para canalizaciones de tubos al aire, establecidas en la tabla 6 de la instrucción ITC-BT-21 [25].

4.2.2 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

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

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad, equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

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

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

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de

apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

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

4.2.3 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

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

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65ºC en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

4.2.4 APARATOS DE PROTECCIÓN

4.2.4.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

4.2.4.2 APLICACIÓN

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobre intensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

4.2.4.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.2.4.4 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

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

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

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

4.2.4.5 SITUACIÓN Y COMPOSICIÓN

Se instalaran lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalara un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que este dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalaran en el origen de estos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

4.2.4.6 NORMAS APLICABLES

- **PEQUEÑOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS (PIA)**

Los interruptores automáticos para instalaciones domesticas y análogas para la protección contra sobre intensidades se ajustaran a la norma UNE-EN 60-898 [12]. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440V (entre fases), intensidad asignada hasta 125ª y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V para los interruptores automáticos unipolares y bipolares
- 230/440 V para los interruptores automáticos unipolares
- 400 V para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente son también valores normalizados.

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

El poder de corte asignado será: 1500, 300, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

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

Cada interruptor debe llevar fusible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C, o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

○ INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DE BAJA TENSIÓN

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustaran a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996 [9].

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales estén destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (In)
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y cierre respectivamente por O y I si se emplean símbolos.

También llevaran marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que se hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de conexión.

- **FUSIBLES**

Los fusibles de baja tensión se ajustaran a la norma UNE-EN 60-269-1:1998 [11].

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tenga un poder de corte igual o superior a 6kA, destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500V.

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

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

- **INTERRUPTORES CON PROTECCIÓN INCORPORADA POR INTENSIDAD DIFERENCIAL RESIDUAL**

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustaran al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2:1996 [9].

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualquiera sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.001A, 0.003A, 0.1 A, 0.3 A, 0.5 A, 1 A, 3 A, 10 A, 30 A.

4.2.4.7 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán construidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo que han sido construidos.

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.

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

- Los interruptores automáticos llevaran marcada su intensidad y tensiones nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

4.2.4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES DE ORIGEN ATMOSFÉRICO

Según lo indicado en la instrucción ITC-BT-23 [39] en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectaran entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

4.2.4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTO E INDIRECTO

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutaran siguiendo las indicaciones detalladas en la instrucción ITC-BT-24 [27], y en la norma UNE20.460-4-41 [6].

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

- Protección por aislamiento de las partes activas

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

Se utilizara el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5s.

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

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

Todas las la masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearan los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición: R<=Vc/Is

Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- Vc; Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50V en los demás casos)
- Is. Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

4.2.5 INSTALACIONES EN CUARTO DE BAÑO O ASEO

La instalación se ejecutara lo especificado en la instrucción ITC-BT-27 [40].

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones.

- **VOLUMEN 0**: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0.05 m por encima el suelo.

- **VOLUMEN 1**: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.

- **VOLUMEN 2**: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

- **VOLUMEN 3**: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

4.2.6 RED EQUIPOTENCIAL

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 [28] para los conductores de protección.

4.2.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18 [33].

4.2.7.1 NATURALEZA Y SECCIONES MÍNIMAS

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 [27] 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 solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm² si disponen de protección mecánica y de 4 mm² si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18 [33].

4.2.7.2 TENDIDO DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

4.2.7.3 CONEXIONES DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE TIERRA DE LAS PARTES METÁLICAS Y MASA DE LOS ELECTRODOS

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohibe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

4.2.7.4 PROHIBICIÓN DE INTERRUMPIR LOS CIRCUITOS DE TIERRA

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

4.2.8 ALUMBRADO

4.2.8.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia es el previsto para entrar en funcionamiento cuando se produce un fallo en la alimentación del alumbrado normal.

Se divide en alumbrado de seguridad y alumbrado de reemplazamiento.

El alumbrado de seguridad debe garantizar la iluminación durante la evacuación de una zona. Entra en funcionamiento a tensión inferior al 70% de la nominal. Se divide en:

- - Alumbrado de evacuación: Permite reconocer y utilizar las rutas de evacuación. Proporcionara 1 lux en el suelo, en el eje de los pasos principales. Permite identificar los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución.
- - Alumbrado ambiente o antipánico: Permite la identificación y acceso a las rutas de emergencia. Proporcionara una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio hasta un metro de altura. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40. Su tiempo de funcionamiento mínimo será una hora.
- - Alumbrado de zonas de alto riesgo: Previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los ocupantes del local. Proporcionara una iluminancia mínima

de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10. Su tiempo de funcionamiento mínimo será el necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

El alumbrado de reemplazamiento permite la continuidad de las actividades normales. Cuando proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usara únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

4.2.8.2 ALUMBRADO GENERAL

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

4.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

4.3.1 COMPROBACIÓN DE LA PUESTA DE TIERRA

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

4.3.2 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

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

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

4.4 CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

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

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

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

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

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

Capítulo 5: Estudio básico de Seguridad y Salud

En este capítulo se realizará un estudio detallado sobre la Seguridad y Salud así como aquellos posibles riesgos que conllevan y que pueden aparecer a la hora de realizar las actividades necesarias para conseguir el fin del proyecto.

5.1 INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente estudio básico para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre por el que establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Conforme se especifica en el apartado 2 del artículo 6 del R.d. 1627/1997, el estudio básico debe precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas especificas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II del real decreto.).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

5.2 NORMAS DE SEGURIDA APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril, sobre señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre manipulación de cargas.
- Real decreto 773/1997 de 30 de Mayo, sobre utilización de equipos de protección individual
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio, sobre utilización de equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M 28-08-70, O.M 28-07-77, O.M 4-07-83, en los títulos no derogados).

5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

5.3.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- ***RIESGOS MÁS FRECUENTES***

  - Caídas de operarios al mismo nivel
  - Caídas de operarios a distinto nivel
  - Caídas de operarios al vacio
  - Caídas de objetos sobre operarios
  - Choques o golpes contra objetos
  - Atrapamientos y aplastamientos
  - Inhalación de vapores y gases
  - Lesiones y/o cortes en manos
  - Lesiones y /o cortes en pies
  - Sobreesfuerzos
  - Ruido, contaminación acústica
  - Cuerpos extraños en los ojos
  - Afecciones en la piel
  - Contactos eléctricos directos
  - Contactos eléctricos indirectos
  - Ambientes pobres en oxigeno
  - Trabajos en zonas húmedas o mojadas
  - Explosiones e incendios
  - Derivados de medios auxiliares usados
  - Radiaciones y derivados de soldadura
  - Quemaduras

- Derivados del acceso al lugar de trabajo
- Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Marquesinas rígidas
- Barandillas
- Pasos o pasarelas
- Redes verticales
- Redes horizontales
- Andamios de seguridad
- Mallazos
- Tableros o planchas en huecos horizontales
- Escaleras auxiliares adecuadas
- Escalera de acceso peldañeada y protegida
- Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de maquinas
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria
- Plataformas de descarga de material. Evacuación de escombros
- Limpieza de las zonas de trabajo y de transito
- Andamios adecuados

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad

Figura 5.1 Casco de Seguridad

- Botas o calzado de seguridad

Figura 5.2 Calzado de Seguridad

- Botas de seguridad impermeables
- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables
- Gafas de seguridad

Figura 5.3 Gafas de seguridad

- Ropa de trabajo

- Pantalla de soldador

Figura 5.4 Pantalla de soldador

- Protectores auditivos

Figura 5.5 Protectores auditivos

- Cinturón de seguridad

5.4 BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de el una persona capacitada designada por la empresa constructora.

Figura 5.6 Fotografía botiquín

5.5 TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del artículo 6 del Real decreto 1627/1997 establece que en el estudio básico se contemplaran también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

5.5.1 REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- ***RIESGOS MÁS FRECUENTES***

- Caídas al mismo nivel en suelos
- Caídas de altura por huecos horizontales
- Caídas por huecos en cerramientos
- Caídas por resbalones
- Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos
- Explosión de combustibles mal almacenados
- Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de carga
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio
- Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos
- Vibraciones de origen interno y externo
- Contaminación por ruido

- Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria3

- ***MEDIDAS PREVENTIVAS***

- Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros
- Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles
- Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas.
- Anclajes para poleas para izado de muebles en mudanzas

- ***PROTECCIONES INDIVIDUALES***

- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas
- Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas.

5.6 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designara un Coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan mas de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactara con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del real decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5.7 COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Articulo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Articulo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- La dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

5.8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En la aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborara un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

5.9 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratista estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Articulo 15 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:

   - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
   - La elección del emplazamiento de los puestos y areas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
   - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
   - El mantenimiento, el control previo a la puesta de servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
   - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y deposito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas
   - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
   - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
   - La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
   - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
   - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
   - Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud

2. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

3. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud.

4. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones de Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

5. Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

   Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

5.10 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Articulo 15 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

   - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
   - El mantenimiento y evacuación de residuos y escombros
   - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
   - La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo
   - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra

- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Articulo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Protección de Riesgos Laborales.

5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.

7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

5.11 LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y salud, un libro de Incidencias que constara de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención

de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la inspección de trabajo y seguridad social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificara dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

5.12 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejara constancia de tal incumplimiento en el Libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de trabajos o en su caso la totalidad de la obra.

Dara cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. Igualmente notificara al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

5.13 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

5.14 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción se aplicaran siempre que lo exijan, las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Capítulo 6: Presupuesto

En este capítulo se desglosan los elementos de cada sistema incluyendo una breve descripción de cada parte de los sistemas e incluyendo sus precios. Se presenta en este capítulo el presupuesto global, esto es, la valoración económica de la obra.

Este Presupuesto incluye el precio de los materiales y objetos necesarios para la realización del proyecto.

6.1 ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO

Para realizar un análisis más sencillo se ha dividido el presupuesto general en subgrupos, tal y como están definidos a continuación en la siguiente tabla.

SUBGRUPO	PRESUPUESTO
ACOMETIDA BT Y CUADROS PRINCIPALES	2.265,58 €
ALIMENTACIÓN A CUADROS SECUNDARIOS Y EQUIPOS	3.501,88 €
CUADROS SECUNDARIOS	1.795,08 €
CAJAS Y PUNTOS MODULARES	4.453,52 €
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LUMINARIAS	6.145,01 €
PUESTA DE TOMA A TIERRA	47,28 €
TOTAL	18.208,35 €

Tabla 6.1 Cálculos de protecciones para Cuadro secundario Planta Baja

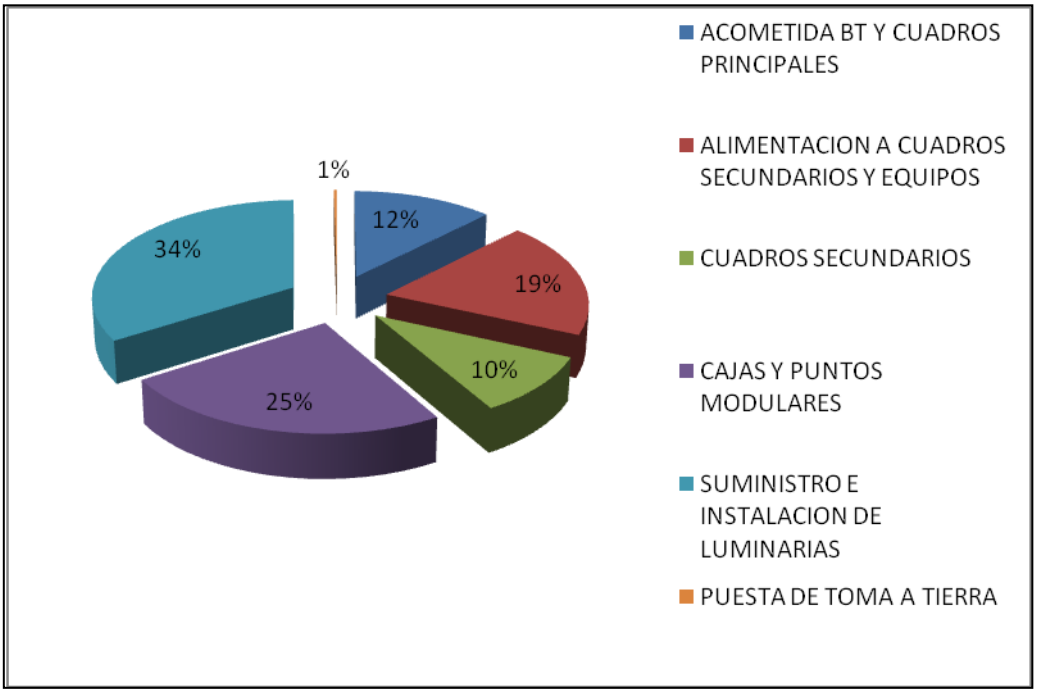


Figura 6.1 Gráfico presupuesto por subgrupo

Se deduce que el total de la instalación asciende a 18.208,35 €.

6.2 PRESUPUESTO DETALLADO POR SUBGRUPO

A continuación se detalla el presupuesto de cada uno de los capítulos o subgrupos en los que se ha dividido el presupuesto general.

CAPÍTULO 1: ACOMETIDA BT Y CUADROS PRINCIPALES			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P.NETO/U	P.NETO
1 Ud.	Caja general de protección y equipo de medida. Totalmente instalado.	807,37	807,37
3 m.	Derivación individual a Local. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 Kv 4 x 95 mm² + 1,5 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 75.	12,3	36,9
1 Ud.	Cuadro general de distribución del Local, con puerta y cerradura. Totalmente instalado y funcionando.	1421,31	1421,31
	TOTAL CAPÍTULO 1		**2265,58**

CAPÍTULO 2: ALIMENTACION A CUADROS SECUNDARIOS Y EQUIPOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P.NETO/U	P.NETO
62 m.	Línea de alimentación a cuadro secundario en Planta Baja de zona de ventas desde cuadro principal. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 Kv 4 g 25 mm² + TT 16 mm². Canalizado bandeja.	7,97	494,14
60 m.	Línea de alimentación a cuadro secundario en Planta Primera de zona de ventas desde cuadro principal. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 Kv 4 g 25 mm² + TT 16 mm². Canalizado bandeja.	7,97	478,2
18 m.	Línea de alimentación a cuadro secundario SAI desde cuadro secundario en Planta de zona de ventas. Cable libre de halógenos ES 0721-K 3 G 6 mm².Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN:25.	5,36	96,48
172 m.	Línea de alimentación a elevadores en taller desde cuadro principal. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 Kv 5 G 6 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 25.	5,89	1013,08
18 m.	Línea de alimentación a central de alarma desde cuadro secundario en Planta Baja de zona de ventas. Cable libre de halógenos ES 07Z1-K 3 G 1,5 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 16.	2,66	47,88

3 m.	Línea de alimentación a central de telecomunicaciones desde cuadro secundario de SAI. Cable libre de halógenos ES 07Z1-K 3 g 2,5 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 20.	2,85	8,55
3 m.	Línea de alimentación a central de incendios desde cuadro secundario de SAI. Cable libre de halógenos ES 07Z1-K 3 g 2,5 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 20.	2,85	8,55
21 m.	Línea de alimentación a unidades de aire acondicionado desde cuadro secundario en Planta Baja de zona de ventas. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 kV 5 G 6 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 25.	5,89	123,69
57 m.	Línea de alimentación a unidades de aire acondicionado desde cuadro secundario en Planta Baja de zona de ventas. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 kV 5 G 6 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 25.	5,36	305,52
18 m.	Línea de alimentación a unidades de aire acondicionado desde cuadro secundario en Planta Primera de zona de ventas. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 kV 5 G 6 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 25.	5,89	106,02
112 m.	Línea de alimentación a unidades de aire acondicionado desde cuadro secundario en Planta Primera de zona de ventas. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 kV 5 G 6 mm². Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 25.	5,36	600,32
77 m.	Línea de alimentación a rótulos luminosos desde cuadro secundario de Planta Primera de zona de ventas. Cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 kV 3 G 2,5 mm. Canalizado bajo tubo no propagador de la llama DN: 20.	2,85	219,45
	TOTAL CAPÍTULO 2		**3007,74**

CAPÍTULO 3: CUADROS SECUNDARIOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P.NETO/U	P.NETO
1 Ud.	Cuadro secundario en Planta Baja de zona de ventas, con puerta y cerradura. Totalmente instalado y funcionando.	824,65	824,65
1 Ud.	Cuadro secundario en Planta Primera de zona de ventas, con puerta y cerradura. Totalmente instalado y funcionando.	836,18	836,18
1 Ud.	Cuadro secundario de SAI en Planta Baja de zona de ventas, con puerta y cerradura. Totalmente instalado y funcionando	134,25	134,25
	TOTAL CAPÍTULO 3		**1795,08**

CAPÍTULO 4: CAJAS Y PUNTOS MODULARES			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P.NETO/U	P.NETO
33 Ud.	Punto de toma de corriente 16 A 2P+T, realizado con cable libre de halógenos ES 07Z1-K 3 G 2,5 mm², bajo tubo no propagador de la llama DN: 20; I/mecanismo, cajas de derivación y mecanismo, etc. Totalmente instalado.	11,65	384,45
4 Ud.	Caja modular de superficie de Taller, con 1 toma de corriente de 16 A 3P+T, 1 toma de corriente de 16 A 2P+T, y 1 toma de corriente continua 12V.	41,62	166,48
19 Ud.	Caja modular de superficie en puestos de trabajo, con 1 interruptor magnetotérmico 16 A, 2 tomas de corriente de 16 A 2P+T para informática, 2 tomas de corriente de 16 A 2P+T para varios usos, 1 toma de datos y 1 toma de voz.	49,08	932,52
193 Ud.	Punto de luz sencillo, realizado con cable libre de halógenos ES 07Z1-K 3 G 1,5 mm², bajo tubo no propagador de la llama DN: 16; I/mecanismo, cajas de derivación y mecanismo etc. Totalmente instalado	13,09	2526,37
51 Ud.	Punto de luz emergencia, realizado con cable libre de halógenos ES 07Z1 3 G 1,5 mm², bajo tubo no propagador de la llama DN: 16; I/cajas de derivación, etc. Totalmente instalado	8,7	443,7
	TOTAL CAPÍTULO 4		**4453,52**

CAPÍTULO 5: SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIAS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P.NETO/U	P.NETO
5 Ud.	Suministro e instalación de luminaria dicrocia FA 50.	14,73	73,65
15 Ud.	Suministro e instalación de downlights bajo consumo DXH 226DCM.	18,23	273,45
6 Ud.	Suministro e instalación de luminaria halogenuros metálicos 250 W.	72,12	432,72
10 Ud.	Suministro e instalación de luminarias fluorescentes 2x36 W.	21,25	212,5
136 Ud.	Suministro e instalación de luminarias halogenuros metálicos DHC 150CDM	27,14	3691,04
12 Ud.	Suministro e instalación de luminarias halogenuros metálicos DHC 70CDM.	24,51	294,12
9 Ud.	Suministro e instalación de downlight DLR 30.	15,64	140,76
4 Ud.	Suministro e instalación de equipo autónomo de emergencia 150 Lum.	23,67	94,68
20 Ud.	Suministro e instalación de equipo autónomo de emergencia 130 Lum.	21,03	420,6
9 Ud.	Suministro e instalación de equipo autónomo de emergencia 60 Lum.	18,13	163,17
28 Ud.	Suministro e instalación de pilotos de balizamiento en escalones.	12,44	348,32
	TOTAL CAPÍTULO 5		**6145,01**

CAPÍTULO 6: PUESTA DE TOMA A TIERRA			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P.NETO/U	P.NETO
1 Ud	Toma de tierra , realizada con pica de acero cobrizado de 14 mm de diámetro 2 mts de longitud, unida mediante soldadura luminotérmica a red general con cable de Cu desnudo de 35 mm², I/ arqueta de PVC y puente de comprobación	47,28	47,28
	TOTAL CAPÍTULO 6		**47,28**

RESUMEN CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1: ACOMETIDA BT Y CUADROS PRINCIPALES	2265,58
CAPÍTULO 2: ALIMENTACION A CUADROS SECUNDARIOS Y EQUIPOS	3501,88
CAPÍTULO 3: CUADROS SECUNDARIOS	1795,08
CAPÍTULO 4: CAJAS Y PUNTOS MODULARES	4453,52
CAPÍTULO 5: SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIAS	6145,01
CAPÍTULO 6:PUESTA DE TOMA A TIERRA	47,28
TOTAL	**18208,35**

Capítulo 7: Conclusiones y trabajo futuro

Para terminar se desarrollarán las conclusiones finales de este Proyecto Fin de Carrera dando una idea general del trabajo realizado y describiendo las mejoras que se podrían realizar en las instalaciones.

7.1 CONCLUSIONES

Este Proyecto Fin de Carrera recoge las actuaciones y pasos necesarios que aplicando los conocimientos adquiridos se van a llevar a cabo en los proyectos de este tipo de instalaciones

En particular se ha definido, de acuerdo con la normativa vigente, el suministro de alumbrado y fuerza de un nuevo edificio destinado a la comercialización de vehículos. Tanto los equipos como toda la tecnología utilizada en este proyecto son de rigurosa actualidad en este tipo de proyectos, por lo que da un margen para la construcción e instalación de los mismos sin que estos queden obsoletos o fuera del mercado antes de que el proyecto se ejecute.

Con el objetivo de llevar a cabo todas las tareas y para realizar el estudio se han realizado diversas tareas. En particular, se ha realizado una búsqueda con el objetivo de averiguar los fabricantes existentes en el mercado que puedan suministrar los elementos que componen cada instalación. Además, se ha realizado la memoria explicativa del funcionamiento de cada una de las instalaciones. Asimismo, se han calculado las secciones de los conductores de la Instalación de Baja Tensión.

En definitiva la adaptación del edificio y sus instalaciones para poder funcionar como concesionario de vehículos es un proyecto completo de ingeniería ubicado en el mundo real de la industria actual.

7.2 TRABAJO FUTURO

Como mejoras del proyecto podríamos centrarnos varios puntos. Uno de ellos seria la instalación de luminaria led en toda la instalación. Esto supondría un ahorro de consumo a la vez que un bajo coste de mantenimiento. Otro de los puntos sería un mayor control en la regulación de alumbrado tanto interior como exterior dotando a este de diferentes franjas horarias otorgando a la instalación de diferentes intensidades lumínicas en función de éstas.

Otra mejora que se podría tener en cuenta de cara a dar un mejor servicio al cliente que visite el concesionario es la instalación dentro del edificio, una zona para poder dar servicio de Zona Wi-Fi.

Por último, comentar que todo el sistema eléctrico del concesionario podría estar gestionado por un sistema de control integral de las instalaciones lo cual supondría una mayor facilidad de la gestión de las instalaciones del concesionario.

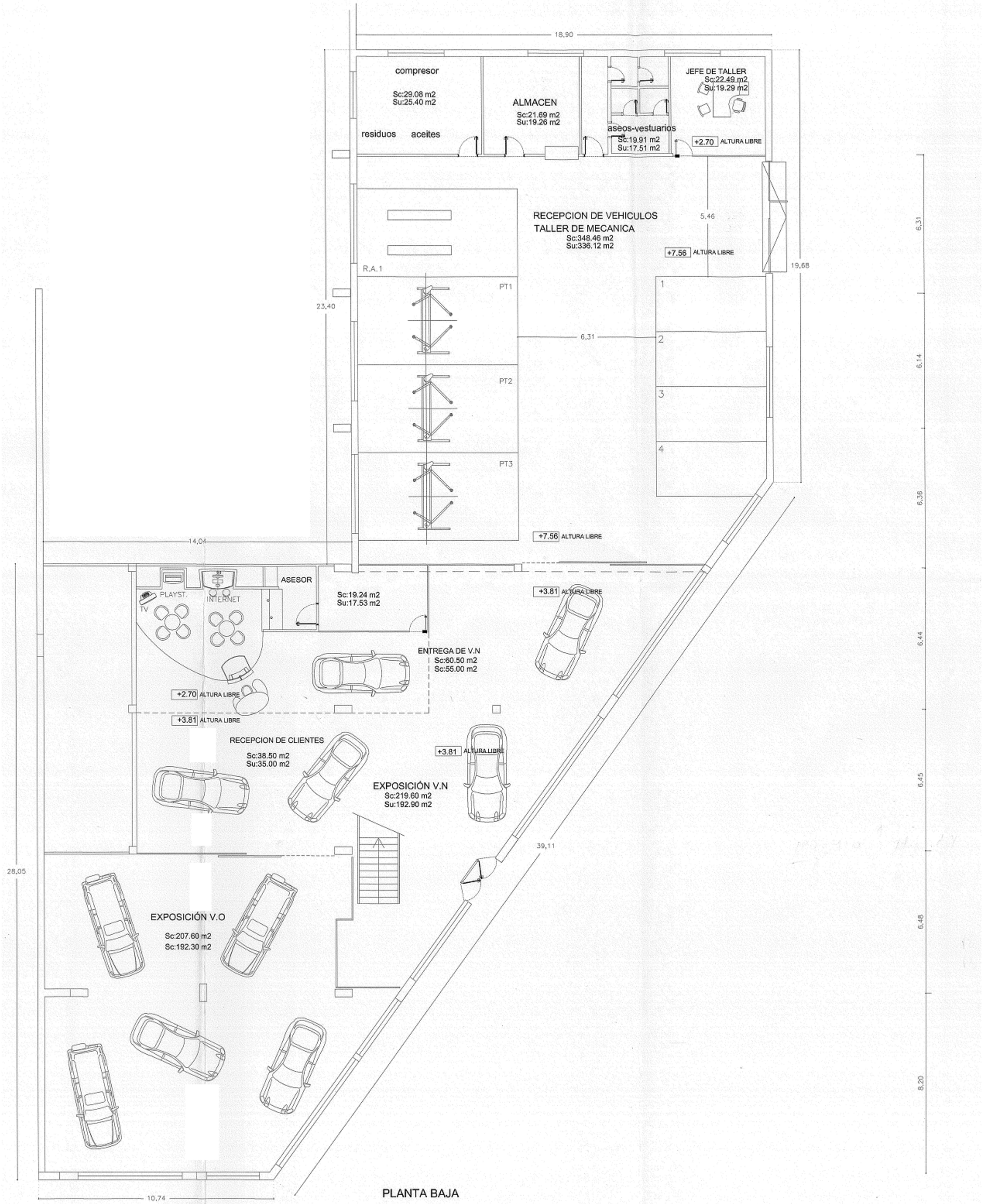
Como se conoce, el mundo de la electrónica se encuentra en un constante progreso, con lo cual la tecnología utilizada tendrá un tiempo de vida más o menos largo dependiendo de las exigencias del mercado del sector.

Capítulo 8: Anexos

En este capítulo se adjuntan los diferentes anexos: planos de las diferentes instalaciones y bibliografía utilizada para la realización del PFC.

Planos:

- 1. Planta Baja.
- 2. Planta Primera.
- 3. Alzados.
- 4. Secciones.
- 5. Fuerza Planta Baja.
- 6. Fuerza Planta Primera.
- 7. Alumbrado Planta Baja.
- 8. Alumbrado Planta Primera.
- 9. Esquema Unifilar

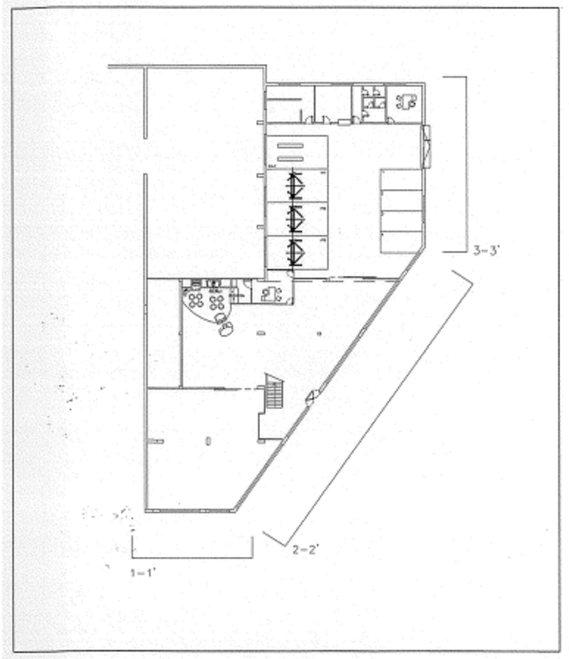


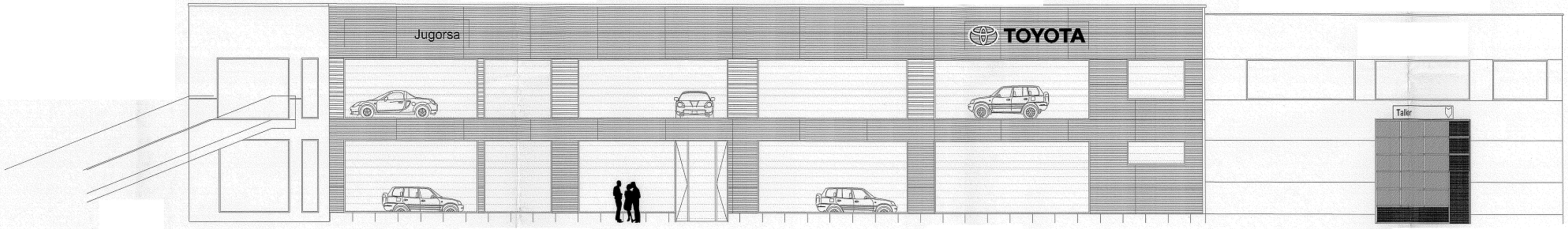
PLANTA BAJA

Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)	
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA CONCESINARIO DE COCHES	
ESCALA 1/100	PLANO PLANTA BAJA
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 1	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA

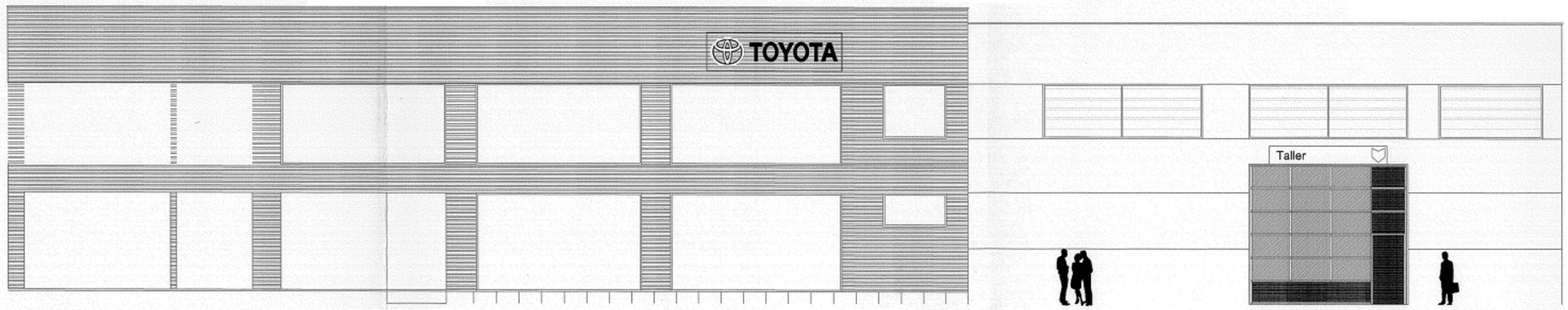
Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)	
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA CONCESINARIO DE COCHES	
ESCALA 1/100	PLANO PLANTA PRIMERA
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 2	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA

ALZADO - 1





ALZADO - 2

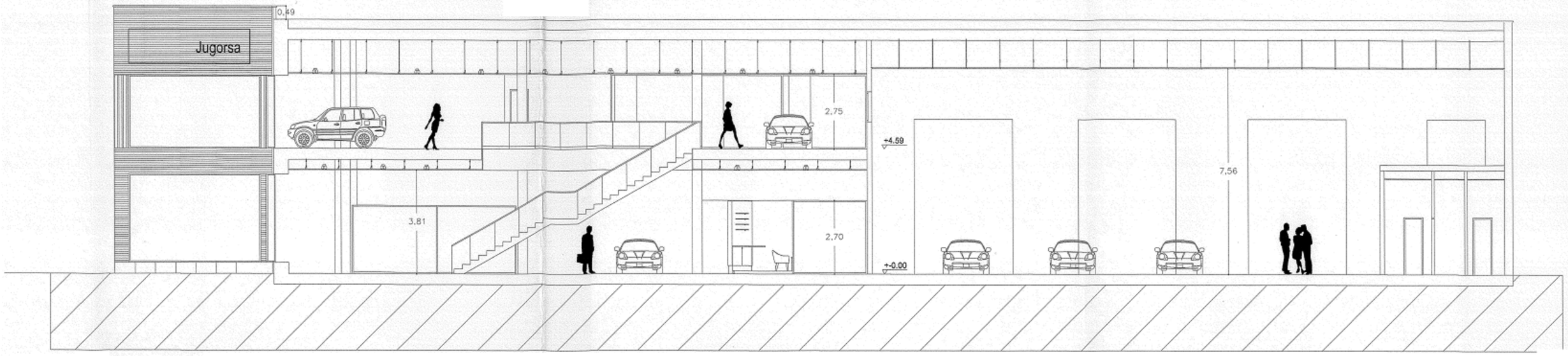


ALZADO - 3

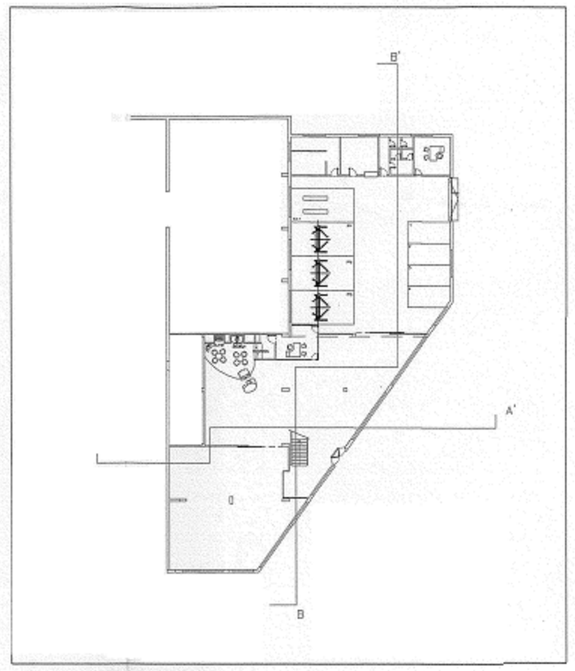
Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)

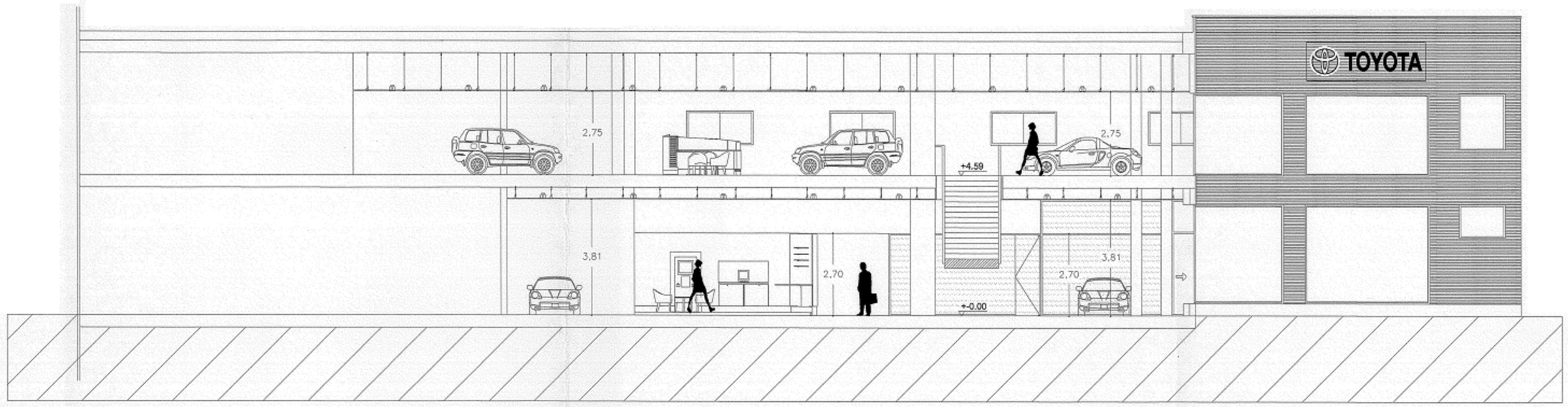
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA CONCESINARIO DE COCHES

ESCALA 1/100	ALZADOS
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 3	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA



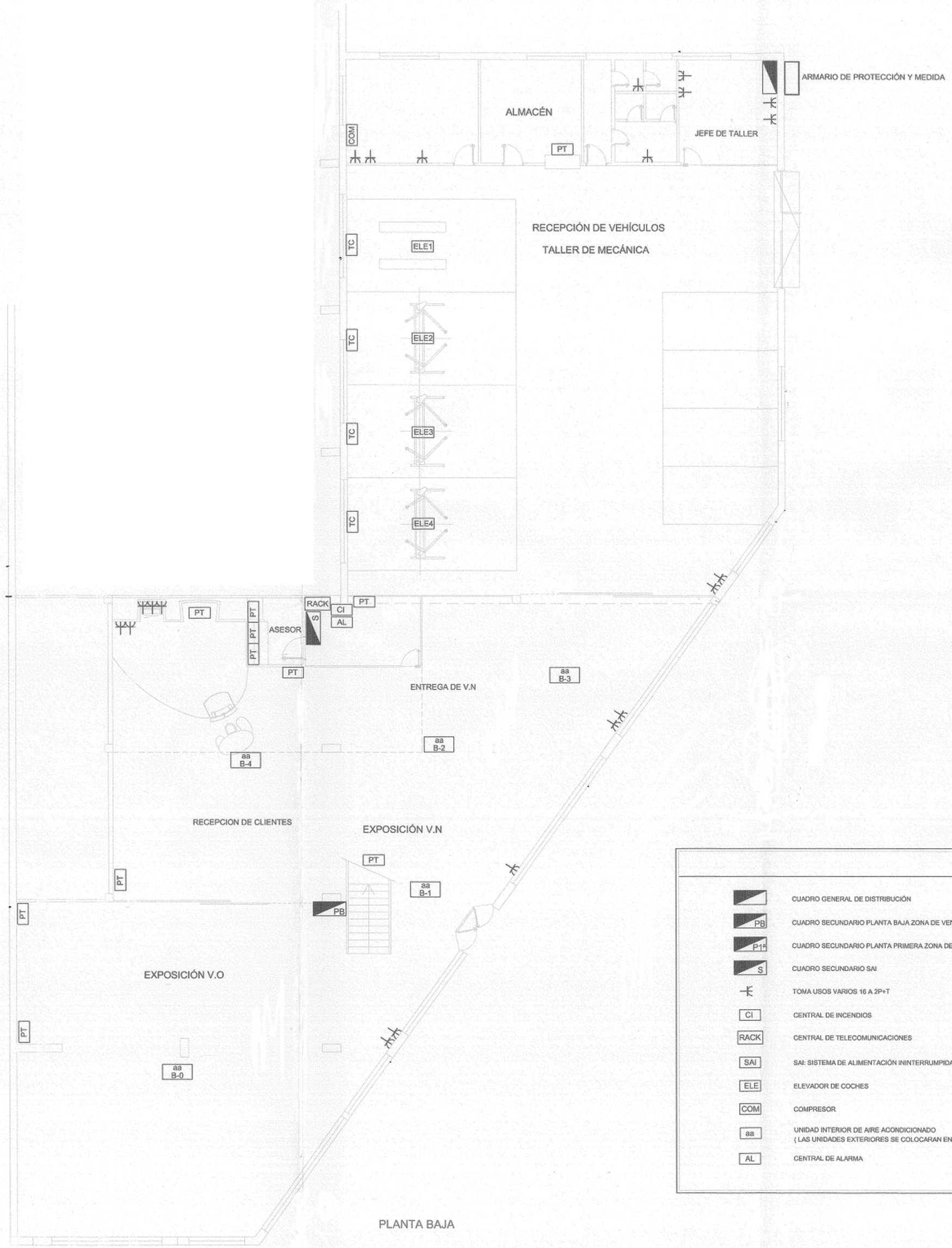
SECCIÓN BB'





SECCIÓN AA'

Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)	
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA CONCESINARIO DE COCHES	
ESCALA 1/100	SECCIONES
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 4	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA



LEYENDA

	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
PB	CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA ZONA DE VENTAS
P1ª	CUADRO SECUNDARIO PLANTA PRIMERA ZONA DE VENTAS
S	CUADRO SECUNDARIO SAI
	TOMA USOS VARIOS 16 A 2P+T
CI	CENTRAL DE INCENDIOS
RACK	CENTRAL DE TELECOMUNICACIONES
SAI	SAI: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA
ELE	ELEVADOR DE COCHES
COM	COMPRESOR
aa	UNIDAD INTERIOR DE AIRE ACONDICIONADO (LAS UNIDADES EXTERIORES SE COLOCARAN EN LA CUBIERTA DEL EDIFICIO)
AL	CENTRAL DE ALARMA
TC	TOMAS DE CORRIENTE CAJA MODULAR DE SUPERFICIE: 1 TOMA DE CORRIENTE 16 A 3P+T 1 TOMA DE CORRIENTE 16 A 2P+T 1 TOMA DE CORRIENTE CONTINUA 12V
PT	PUESTO DE TRABAJO CAJA MODULAR DE SUPERFICIE: 1 INT.MAGNET. 16 A, 2 TOMAS DE CORRIENTE 16 A 2P+T, INFORMÁTICA 2 TOMAS DE CORRIENTE 16 A 2P+T, USOS VARIOS 1 TOMA VOZ 1 TOMA DATOS

Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)

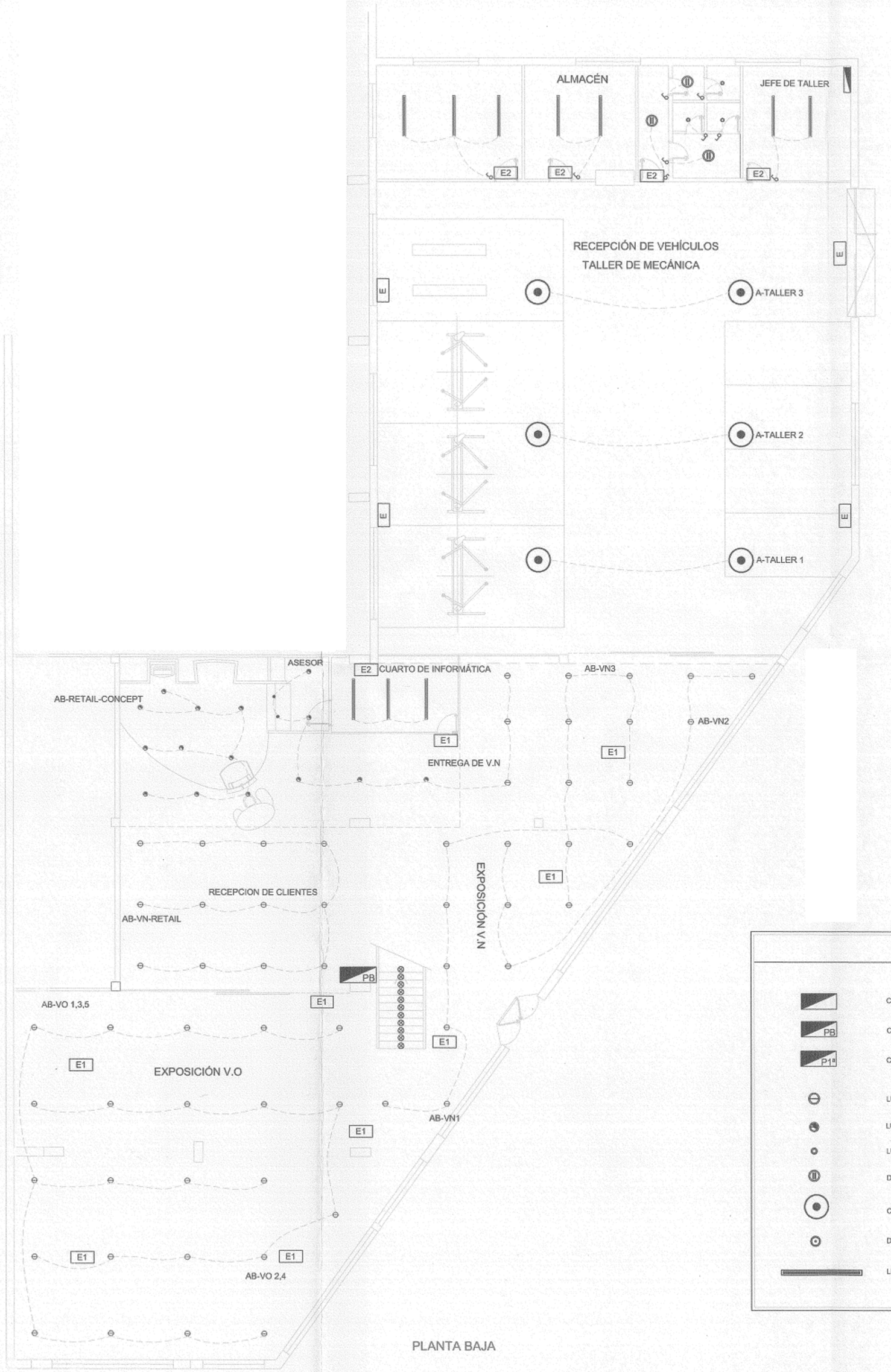
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA CONCESINARIO DE COCHES

ESCALA 1/100	FUERZA PLANTA BAJA
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 5	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA

LEYENDA

- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
- PB — CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA ZONA DE VENTAS
- P1ª — CUADRO SECUNDARIO PLANTA PRIMERA ZONA DE VENTAS
- S — CUADRO SECUNDARIO SAI
- TOMA USOS VARIOS 16 A 2P+T
- CI — CENTRAL DE INCENDIOS
- RACK — CENTRAL DE TELECOMUNICACIONES
- SAI — SAI: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA
- ELE — ELEVADOR DE COCHES
- COM — COMPRESOR
- aa — UNIDAD INTERIOR DE AIRE ACONDICIONADO (LAS UNIDADES EXTERIORES SE COLOCARAN EN LA CUBIERTA DEL EDIFICIO)
- AL — CENTRAL DE ALARMA
- TC — TOMAS DE CORRIENTE
  CAJA MODULAR DE SUPERFICIE:
  - 1 TOMA DE CORRIENTE 16 A 3P+T
  - 1 TOMA DE CORRIENTE 16 A 2P+T
  - 1 TOMA DE CORRIENTE CONTINUA 12V
- PT — PUESTO DE TRABAJO
  CAJA MODULAR DE SUPERFICIE:
  - 1 INT.MAGNET. 16 A, 2 TOMAS DE CORRIENTE 16 A 2P+T, INFORMÁTICA
  - 2 TOMAS DE CORRIENTE 16 A 2P+T, USOS VARIOS
  - 1 TOMA VOZ
  - 1 TOMA DATOS

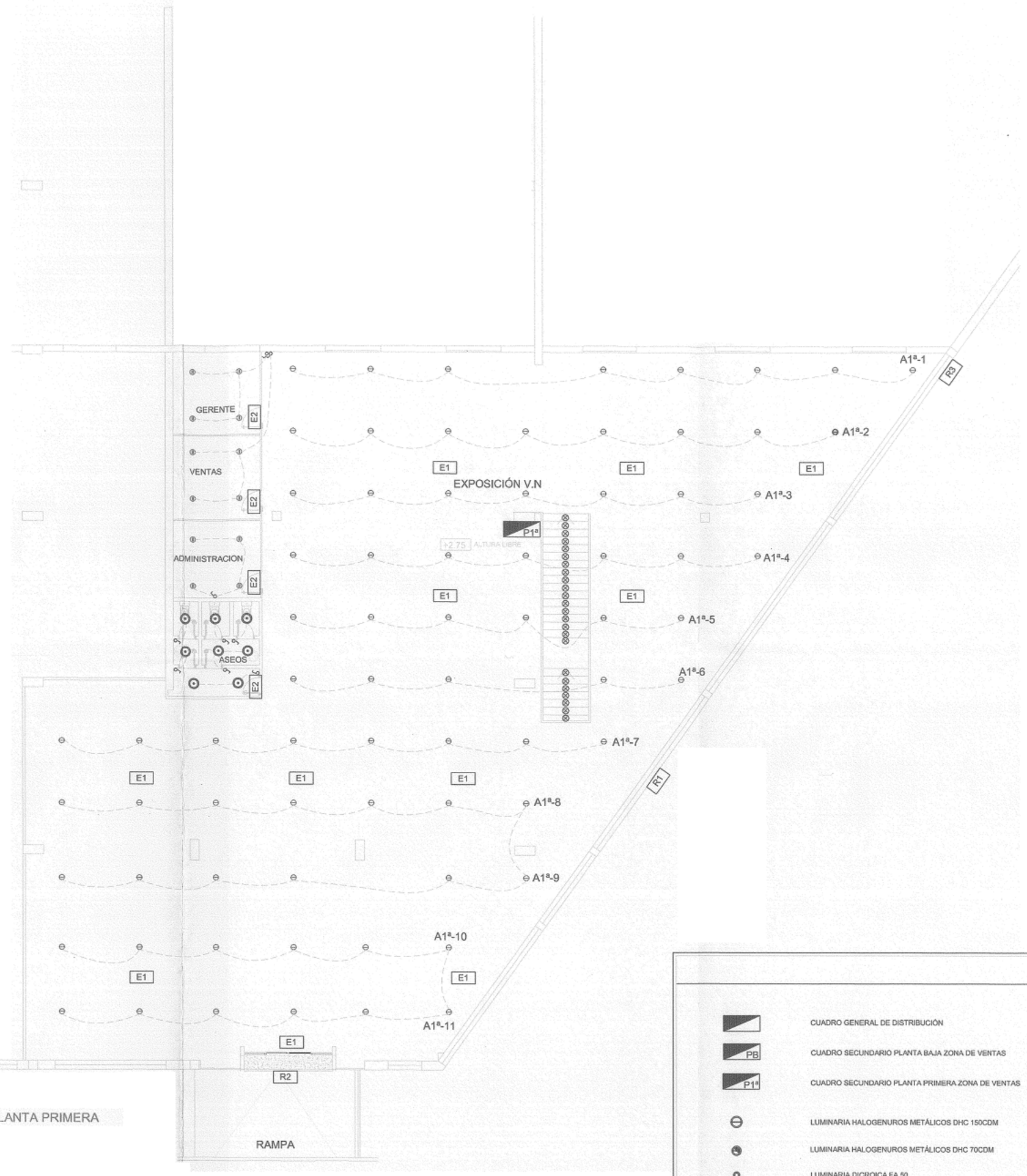
Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)	
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA CONCESINARIO DE COCHES	
ESCALA 1/100	FUERZA PLANTA PRIMERA
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 6	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA



LEYENDA

- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
- PB — CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA ZONA DE VENTAS
- P1ª — CUADRO SECUNDARIO PLANTA PRIMERA ZONA DE VENTAS
- LUMINARIA HALOGENUROS METÁLICOS DHC 150CDM
- LUMINARIA HALOGENUROS METÁLICOS DHC 70CDM
- LUMINARIA DICROICA FA 50
- DOWNLIGHT BAJO CONSUMO DXH 226CDM
- CAMPANA INDUSTRIAL HALOGENUROS METÁLICOS 250 W
- DOWNLIGHT DLR 30
- LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA 2 x 36 W
- INTERRUPTOR UNIPOLAR 10A
- E — EMERGENCIA AUTÓNOMO 150 LUM
- E1 — EMERGENCIA AUTÓNOMO 130 LUM
- E2 — EMERGENCIA AUTÓNOMO 60 LUM
- R — RÓTULO LUMINOSO
- PILOTO DE BALIZAMIENTO EN ESCALONES

Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)	
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA CONCESINARIO DE COCHES	
ESCALA 1/100	ALUMBRADO PLANTA BAJA
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 7	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA



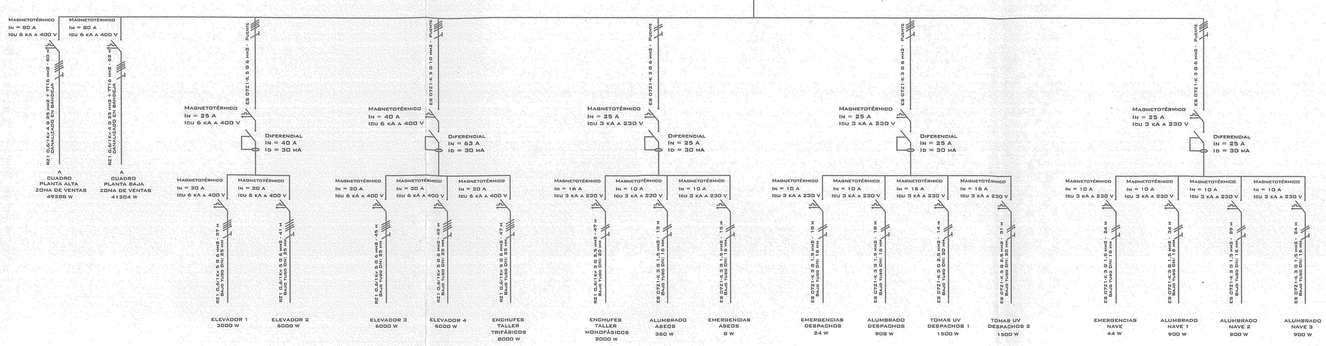
PLANTA PRIMERA

LEYENDA

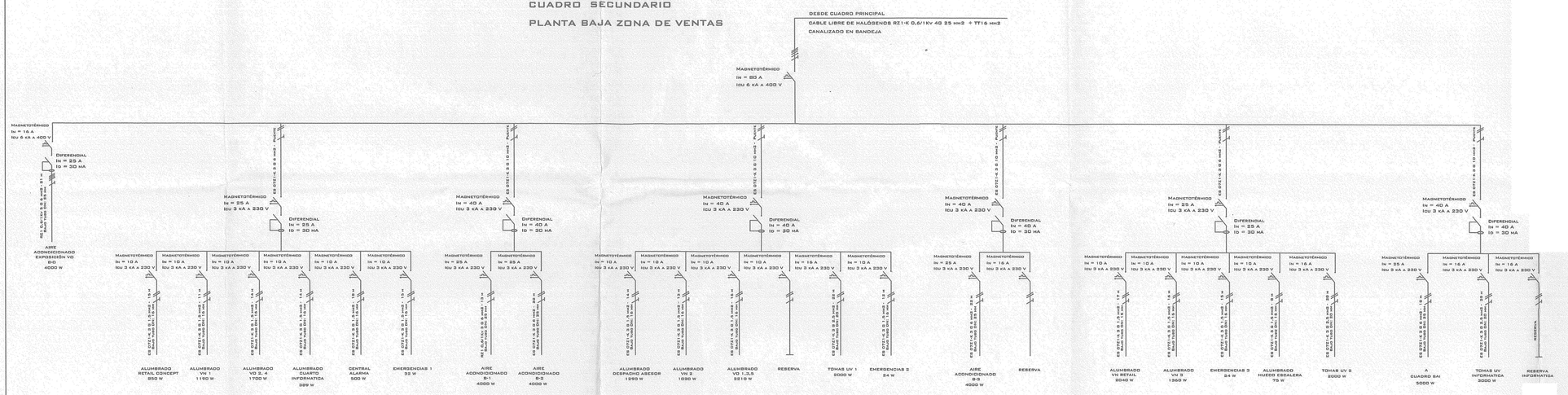
- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
- PB — CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA ZONA DE VENTAS
- P1ª — CUADRO SECUNDARIO PLANTA PRIMERA ZONA DE VENTAS
- LUMINARIA HALOGENUROS METÁLICOS DHC 150CDM
- LUMINARIA HALOGENUROS METÁLICOS DHC 70CDM
- LUMINARIA DICROICA FA 50
- DOWNLIGHT BAJO CONSUMO DXH 226CDM
- CAMPANA INDUSTRIAL HALOGENUROS METÁLICOS 250 W
- DOWNLIGHT DLR 30
- LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA 2 x 36 W
- INTERRUPTOR UNIPOLAR 10A
- E — EMERGENCIA AUTÓNOMO 150 LUM
- E1 — EMERGENCIA AUTÓNOMO 130 LUM
- E2 — EMERGENCIA AUTÓNOMO 60 LUM
- R — RÓTULO LUMINOSO
- PILOTO DE BALIZAMIENTO EN ESCALONES

Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)	
PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA CONCESINARIO DE COCHES	
ESCALA 1/100	ALUMBRADO PLANTA PRIMERA
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 8	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA

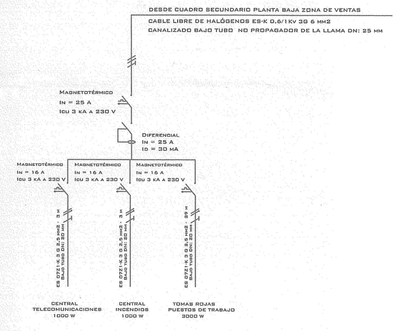
ESQUEMA UNIFILAR
CUADRO PRINCIPAL



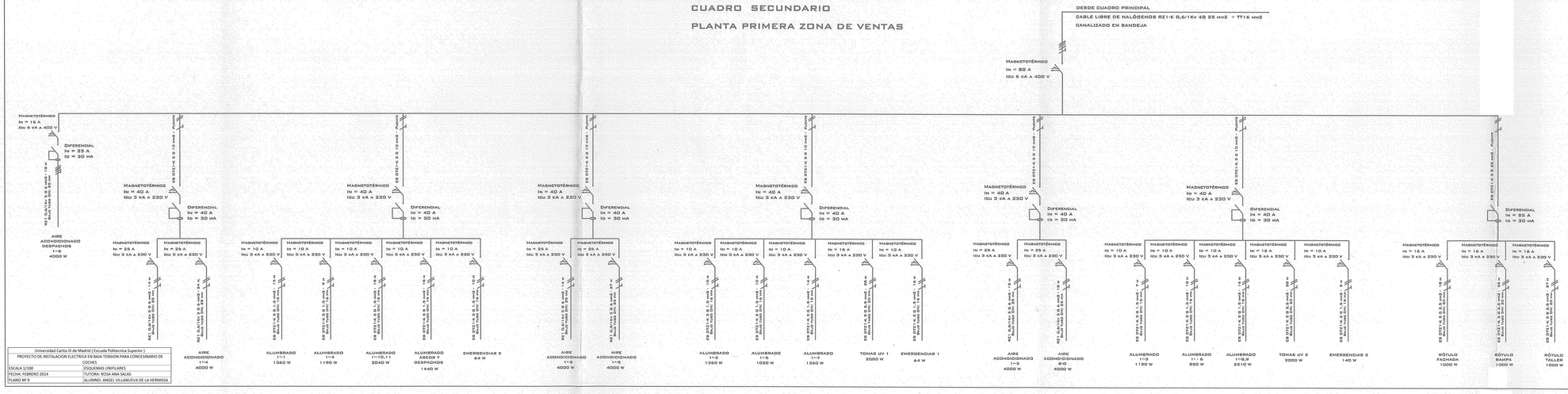
ESQUEMA UNIFILAR
CUADRO SECUNDARIO
PLANTA BAJA ZONA DE VENTAS



ESQUEMA UNIFILAR
CUADRO SECUNDARIO
SAI



ESQUEMA UNIFILAR
CUADRO SECUNDARIO
PLANTA PRIMERA ZONA DE VENTAS



Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politecnica Superior)	
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA CONCESIONARIO DE COCHES	
ESCALA 1/200	ESQUEMAS UNIFILARES
FECHA: FEBRERO 2014	TUTORA: ROSA ANA SALAS
PLANO Nº 9	ALUMNO: ANGEL VILLANUEVA DE LA HERMOSA

Bibliografía

- [1] AUTOCAD®.
- [2] Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto.
- [3] UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- [4] UNE 20-434-90 Sistema de designación de cables.
- [5]UNE 20-435-90 Parte 2: cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- [6] UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintesidades.
- [7] UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- [8] EN-IEC 60-947-2:1996 (UNE – NP) Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- [9] EN-IEC 60-947-2:1996 (UNE – NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- [10] EN-IEC 60-947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- [11] EN-IEC 60-269-1 (UNE): Fusibles de baja tensión.
- [12] EN 60-898 (UNE – NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección de sobreintensidades.
- [13] Normas particulares de la E.S.E.
- [14] Reglamento sobre Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

- [15] Normas u Ordenanzas Municipales, Autonómicas o Estatales que le afecten.
- [16] Especificación técnica de alumbrado e iluminación para concesionario de vehículos (elaborada por el dueño del concesionario).
- [17] Especificaciones Técnicas Particulares a las cuales se alude en el conjunto de estos documentos, ó Normativas aludidas en dichas Especificaciones.
- [18] Cualquier otra Norma que, sin estar específicamente descrita en este apartado, pueda afectar a esta instalación.
- [19] C.T.E. (Código Técnico de la Edificación).
- [20] UNE 21.022. "Informa que tipo de conductores se han de utilizar. Detalla ciertas características, como que los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos reducida".
- [21] UNE 20.451. "Informa sobre las envolventes utilizadas".
- [22] UNE-EN 60.439-3. "Informa sobre las envolventes utilizadas".
- [23] UNE 20.324. "Indica el Grado de protección mínimo IP 30".
- [24] UNE-EN 50.102. "Indica el Grado de protección mínimo IK07".
- [25] Instrucción ITC-BT-21. "Informa sobre los diámetros de las canalizaciones en función del número y cometido de los conductores".
- [26] Instrucción ITC-BT-22. "Informa sobre las medidas de Protección contra Sobrecargas y Cortacircuitos".
- [27] Instrucción ITC-BT-24. "Informa sobre las medidas de Protección contra Contactos Directos y contra Contactos Indirectos".
- [28] Instrucción ITC-BT-19. "Informa sobre los valores que ha de tomar las Caídas de Tensión, Intensidades máximas admisibles, Factores de Corrección y Reparto de carga dentro de una instalación eléctrica.".

- [29] Instrucción ITC-BT-44. “Se aplica para las instalaciones de receptores para alumbrado (luminarias)”.
- [30] Instrucción ITC-BT-47. “Indica todas las características de la instalación de fuerza”.
- [31] Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud exigidas en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre (B.O.E. 256/97 de 25 Oct.).
- [32] UNE 21123-4. 1999 “Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1kV”
- [33] Instrucción ITC-BT-18 “Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra”.
- [34] Instrucción ITC-BT-02 “Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión”
- [35] Instrucción ITC-BT-15 “Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales”.
- [36] Instrucción ITC-BT-16 “Instalaciones de enlace. Contadores: Ubicación y sistemas de instalación”.
- [37] Instrucción ITC-BT-20 “Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales”
- [38] Instrucción ITC-BT-26 “Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación”.
- [39] Instrucción ITC-BT-23 “Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones”.
- [40] Instrucción ITC-BT-27 “Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha”